

**Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой»
Центр поддержки одарённых детей «Платформа Владимир»**

Серия «Одаренные дети – капитал XXI века»

«Вектор познания»: от гипотезы к факту

(материалы X областной научно-практической конференции школьников)

Аннотация к сборнику

В сборнике представлены учебно-исследовательские работы обучающихся 9-11 классов - победителей X областной научно-практической конференции школьников «Вектор познания» в 2025 году.

Материалы представляют интерес для методистов, учителей биологии, географии, иностранного языка, основам безопасности и защиты Родины, математики, мировой художественной культуры, физики, физической культуры, труда (технологии), химии, обучающихся 7-11 классов, проявляющих повышенный интерес к проведению учебного исследования, студентов педагогических институтов, а также всех тех, кто интересуется вопросами научно-исследовательской деятельности в образовательной организации.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Пчелинцева Т.А.</i> Итоги X областной научно-практической конференции школьников «Вектор познания».....	3-5
<i>Работы победителей X областной научно-практической конференции школьников «Вектор познания»</i>	
<i>Большакова В.</i> Исследование причин образования островов в русле реки Клязьмы в районе г. Собинки.....	6-18
<i>Голенищева Е.</i> Улучшение характеристик средств маскировки на основе опыта СВО.....	7-27
<i>Дойникова Ю.</i> Электрофицированная модель маятника Фуко.....	28-41
<i>Золотов Г.</i> Проектирование беспилотного летательного аппарата самолетного типа.....	41-51
<i>Ефимова В.</i> Разработка концепции системы безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах.....	52-57
<i>Кравченко П.</i> Роль частного музея русской иконы в развитии культуры российского и американского города (на примере Русского музея иконы в г. Клинтон США и Музея Владимирской иконы в г. Владимире).....	58-69
<i>Маркин С.</i> Видовое разнообразие пауков (Aranei) в окрестностях деревни Алексино Петушинского района Владимирской области.....	70-85
<i>Морякова И.</i> Сверхсветовые перемещения. Метрика Алькубьерре.....	86-96
<i>Пестова В.</i> Кубические уравнения и способы их решения.....	97-114
<i>Сорокин М.</i> Изучение зависимости процесса горения полиэтиленовых пленок для маскировочных сетей от их химического состава.....	115-125
<i>Царёв А.</i> Развитие познавательного интереса у учеников к изучению английского языка через развитие английской и русской терминологии в истории парусных кораблей.....	126-140

Итоги X областной научно-практической конференции школьников «Вектор познания»

Т.А. Пчелинцева,
*методист Центра поддержки одарённых детей
«Платформа Владимир» ГАОУ ДПО ВО ВПО*

В соответствии с приказом Министерства образования и молодежной политики Владимирской области от 19.11.2024 № 1493 «О проведении X областной научно-практической конференции школьников «Вектор познания», Календарём областных массовых мероприятий, проводимых в 2025 году, 9-10 апреля 2025 года проведена X областная научно-практическая конференция школьников «Вектор познания».

Приказом Минпросвещения России от 30 августа 2024 г. № 620 утвержден Перечень олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, мероприятий, направленных на развитие интеллектуальных и творческих способностей, способностей к занятиям физической культурой и спортом, интереса к научной (научно-исследовательской), инженернотехнической, изобретательской, творческой, физкультурно-спортивной деятельности, а также на пропаганду научных знаний, творческих и спортивных достижений, на 2024/25 учебный год, результаты которых подлежат внесению в государственный информационный ресурс о лицах, проявивших выдающиеся способности (ГИР).

Впервые в Перечень вошла областная научно-практическая конференция школьников «Вектор познания» (далее – Конференция).

Конференция проводилась Центром поддержки одаренных детей «Платформа Владимир» с целью выявления и поддержки талантливых школьников, демонстрации и пропаганды достижений школьников в области научного творчества, опыта работы образовательных учреждений по организации научно-исследовательской и проектной деятельности школьников, совершенствования работы с обучающимися по профессиональной ориентации, привлечения научных работников и преподавателей учреждений высшего профессионального образования к работе с талантливыми школьниками, содействия повышению квалификации педагогических работников по вопросам работы с талантливыми школьниками.

Работа Конференции была организована в десяти предметных секциях: «Биология», «География», «Иностранный язык», «Основы безопасности и защиты Родины», «Математика», «Мировая художественная культура», «Физика», «Химия», «Труд (технология)», «Физическая культура» и проходила в два этапа.

В оргкомитет Конференции была направлена 191 исследовательская работа обучающихся 7 – 11 классов из 18 муниципальных образований Владимирской области, а также из Воронежской и Тюменской областей.

По итогам заочного этапа (предварительной проверки и конкурсного отбора работ членами экспертных комиссий) были отобраны 82 лучшие работы. При выявлении лучших исследовательских работ, представленных на Конференцию, жюри на этапе дистанционного отбора учитывало следующие критерии оценки работ: обоснование актуальности темы исследовательской работы, наличие новизны решаемых задач, наличие новизны полученных результатов, теоретическая и практическая значимость исследовательской работы.

В составе экспертных комиссий работали преподаватели Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», государственного автономного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования Владимирской области

«Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой», а также педагоги города Владимира и Владимирской области.

На этапе очной защиты оценивались уровень проработанности исследования и решения задач, качество презентации, изложения доклада и защиты результатов исследования, эрудированность автора в рассматриваемой области исследования.

Жюри определило 11 победителей и 27 призёров в десяти секциях. Победители и призёры конференции внесены в государственный информационный ресурс о лицах, проявивших выдающиеся способности (ГИР).

Наибольшее количество победителей и призеров из г. Владимира и г. Коврова (по 9 чел., 24 % от числа награжденных), о. Муром (6 чел., 16 %), Собинского района (3 чел., 8 %).

Анализ итогов проведения Конференции позволяет сделать следующие выводы:

- Конференция проведена на высоком организационном и содержательном уровне в соответствии с утверждённым Положением;

- учащиеся успешно продемонстрировали свою творческую и исследовательскую деятельность, знания и умения в таких учебных областях, как биология, география, иностранный язык, основы безопасности жизнедеятельности, математика, мировая художественная культура, физика, химия, технология и физическая культура, максимально раскрыли свои творческие способности;

- указанная система проведения Конференции (муниципальный этап, региональный этап: заочный отбор и очная защита) способствует обогащению опыта работы образовательных учреждений по организации научно-исследовательской деятельности школьников и выявлению одарённых детей.

Оргкомитет и экспертные комиссии обращают внимание на некоторые недостатки и замечания в работах, не прошедших отборочный тур:

- оригинальность текста работы менее 50 % при проверке на плагиат;
- несоответствие содержания работы заявленной теме, целям;
- несоответствие раздела «Введение» требованиям учебно-исследовательской работы;
- отсутствие собственных выводов по главам работы.

**Победители X областной научно-практической конференции школьников
«Вектор познания»**

Диплом I степени

Большакова Виктория, обучающаяся 9 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 4» г. Собинки Собинского района;

Голенищева Елизавета, обучающаяся 11 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 2» г. Лакинска Собинского района;

Дойникова Юлия, обучающаяся 10 класса Муниципального автономного общеобразовательного учреждения г. Владимира «Городской межшкольный учебный комбинат № 2»;

Золотов Глеб, обучающийся 10 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 9» Вязниковского района;

Ефимова Вероника, обучающаяся 11 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 16» о. Муром;

Кравченко Пётр, обучающийся 11 класса Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения города Владимира «Образовательный центр для одаренных «Прогресс»;

Маркин Степан, обучающийся 10 класса муниципального автономного общеобразовательного учреждения г. Владимира «Гимназия № 35»;

Морякова Ирина, обучающаяся 9 класса муниципального автономного общеобразовательного учреждения г. Владимира «Средняя общеобразовательная школа № 36»;

Пестова Виктория, обучающаяся 11 класса муниципального автономного общеобразовательного учреждения г. Коврова «Средняя общеобразовательная школа № 19»;

Сорокин Марк, обучающийся 9 класса муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения г. Владимира «Средняя общеобразовательная школа № 1»;

Царёв Артём, обучающийся 8 класса муниципального автономного общеобразовательного учреждения г. Коврова «Лицей № 25».

**Работы победителей
X областной научно-практической конференции школьников
«Вектор познания»**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ОСТРОВОВ В РУСЛЕ РЕКИ КЛЯЗЬМЫ В РАЙОНЕ Г.СОБИНКИ

Большакова Виктория Максимовна,
обучающаяся 9 класса
МБОУ СОШ № 4 г. Собинки.
Руководитель: Зотова Галина Николаевна,
учитель географии
МБОУ СОШ № 4 г. Собинки

Введение

Река – живая система, в которой постоянно происходит движение. Что-то мы не замечаем, а мимо чего-то не можем пройти. Вот уже несколько лет каждый собинец наблюдает, проезжая по мосту через реку Клязьма удивительное образование – остров, похожий на ежа, который увеличивается с каждым годом, приобретая причудливую форму. «Ежик в тумане» - так ласково прозвали его у нас в городе. Каждому интересно его происхождение и дальнейшая судьба. Оказывается, такие острова могут появляться иногда даже за месяц. Какова же «родословная» нашего острова? Мы решили в этом разобраться. Перед нами сложная задача, требующая изучения учебной литературы и карт.

Актуальность: В настоящее время трудно найти реку, которая бы не испытывала речных деформаций в виде образования по каким-либо причинам островов разного типа.

Цель: Изучение процессов образования островов на реке Клязьма в г.Собинке и составление приблизительного прогноза их дальнейшего развития

Задачи:

- Изучить учебную литературу и материалы по теме исследования.
- Провести полевые исследования на реке.
- Ознакомиться со спутниковыми картами из приложения Google Earth Pro за несколько лет.
- Провести сравнительный анализ русловых деформаций реки Клязьма за длительный период времени.
- Составить сводные таблицы изменения параметров острова за несколько лет
- Построить профиль через реку Клязьма
- Сделать выводы

Объект исследования: русло реки Клязьма в районе г. Собинки

Предмет исследования: образование островов в русле реки Клязьма

Новизна заключается в том, что ранее, до нас, никто не анализировал причины образования островов на реке Клязьма в черте города Собинки.

Методы исследования: анализ, полевые наблюдения и исследования, описание, сравнение, сбор информации по данной теме, сравнительный анализ спутниковых карт, наложение карт на кальку.

Гипотеза: если это русловой остров, то при определенных условиях он может перерасти в пойменный.

Глава1. Изучение основных гидрологических понятий

1.1. Основные гидрологические понятия

Гуляя по набережной Собинки, мы обратили внимание на остров, который образовался неизвестно, когда и почему, именно в этом месте. Эти вопросы мучают наших земляков уже много лет. Задача перед нами стояла не из легких, т.к. знаний по этой теме у нас не хватало. На первом этапе мы вместе с учителем проработали учебную литературу по данной теме. Познакомившись с различными источниками, изучили теоретические основы данной темы. В первую очередь, разобрались с гидрологическими понятиями.

Остров – часть поймы, ограниченная рукавами или протоками реки, устойчивая и закрепленная растительностью.

Осередок – затопляемое и подвижное повышение дна.

Протока – ответвление реки от основного русла с меньшими размерами.

Рукав – часть русла реки, отделенная островом.

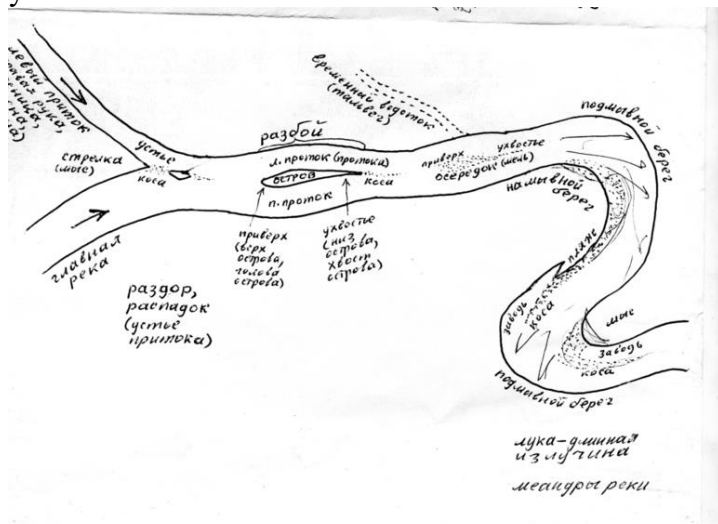
Залив (затон) – глубоко вдающийся в берег залив в реке.

Староречье (старица) – отчленившийся участок ранее существовавшего русла реки.

Останец – островное возвышение между основным руслом и староречьем, устойчивое и закрепленное растительностью.

Перекат – более или менее устойчивое образование в русле в виде поперечного вала из наносов, пресекающего русло под некоторым углом.

Плес – более глубокий участок реки по сравнению с выше и ниже расположенными участками.



Приплесок – узкая полоса (песчаная, галечная) по береговому склону, заливаемая даже при небольших подъемах уровня воды.

Отмель – мелководное место в русле, обсыхающее при очень низкой воде.

Коса – узкая намывная полоса, прилепленная одним концом к берегу, а другим выступающая в сторону реки.

Пляж – широкая ровная береговая полоса, примыкающая к руслу, сложенная наносами (чаще песчаными).

Дальше совершили путешествие по берегу реки. Сделали несколько снимков.

(Приложение 1)

Глава 2. Практическая часть (полевые наблюдения)

2.1. Определение типов островов на реке Клязьма по способу образования (полевые наблюдения).

На втором этапе исследования мы совершили путешествие по берегам реки Клязьма. Сделали несколько снимков русла реки. (Приложение 1)

Посмотрев на снимки, задаешься вопросом: как же могут образовываться острова? Оказывается, как писал гидролог Кондратьев А.Н., есть два способа образования островов:

1. Остров может образоваться в уже существующем русле.
2. Остров может образоваться не сам, как в первом случае, а может образоваться протока, которая отшнурует остров.

В первом случае образуется остров, который приводит к появлению двух протоков – слева и справа от острова, во втором случае образуется протока, которая приводит к появлению острова.

В первом случае остров первичен, протоки получаются как результат, во втором случае – протока первична, а остров – результат.

Русловые острова низкие, их вершины расположены гораздо ниже бровок русла; пойменные острова высокие, поверхность плоская, на уровне окружающей поймы (их поверхность и есть часть поймы).

Русловые острова имеют мелкие верхние и нижние косы (приверхи и ухвостья).

У пойменных островов обычно отвесные берега.

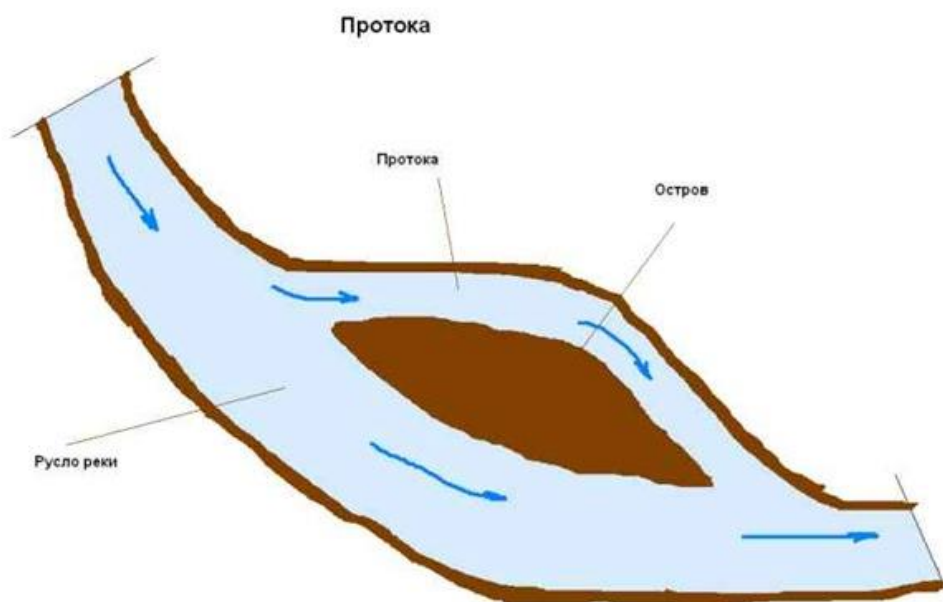
Русловые острова относительно быстро деформируются, обычно они сползают вниз, то есть размывается приверх, и намывается ухвостье. Пойменные острова деформируются относительно медленно, и по-другому. Обычно у них деформируются левый и правый берег.

Русловые острова состоят из аллювия, то есть из того же материала (песка и т.п.), из которого сложено дно реки. Пойменные острова сложены разными напластованиями, которыми сложена пойма.

Русловые острова часто не покрыты растительностью, или покрыты частично. Если растительность есть, то большей частью развита влаголюбивая растительность наподобие ивы. Почвенного слоя нет, или он очень мал. На пойменных островах (которые являются частью поймы) обычно мощные почвы, растёт та растительность, которая характерна для географической зоны (кроме случаев, когда поймам характерна другая растительность, чем для зоны).

На основе этих признаков мы можем определить, какой перед нами остров – русловой или пойменный. Такое понимание даст возможность для прогнозирования развития острова.

Выводы по материалам полевых наблюдений:



1. Русло реки распалось на 2 протоки - остров посередине. Мы видим, что остров расположен ниже бровок (берегов) и оброс (остров №1) растительностью (ива). Она хорошо растет на аллювиальных (песчаных), почвах, которыми сложен остров. По карте определили, что высота берегов от 95 метров до 101 метра, а высота острова №1 - 94 метра (Приложение 2).

2. На этой карте видно, что остров разбит на приверхи и ухвостья.

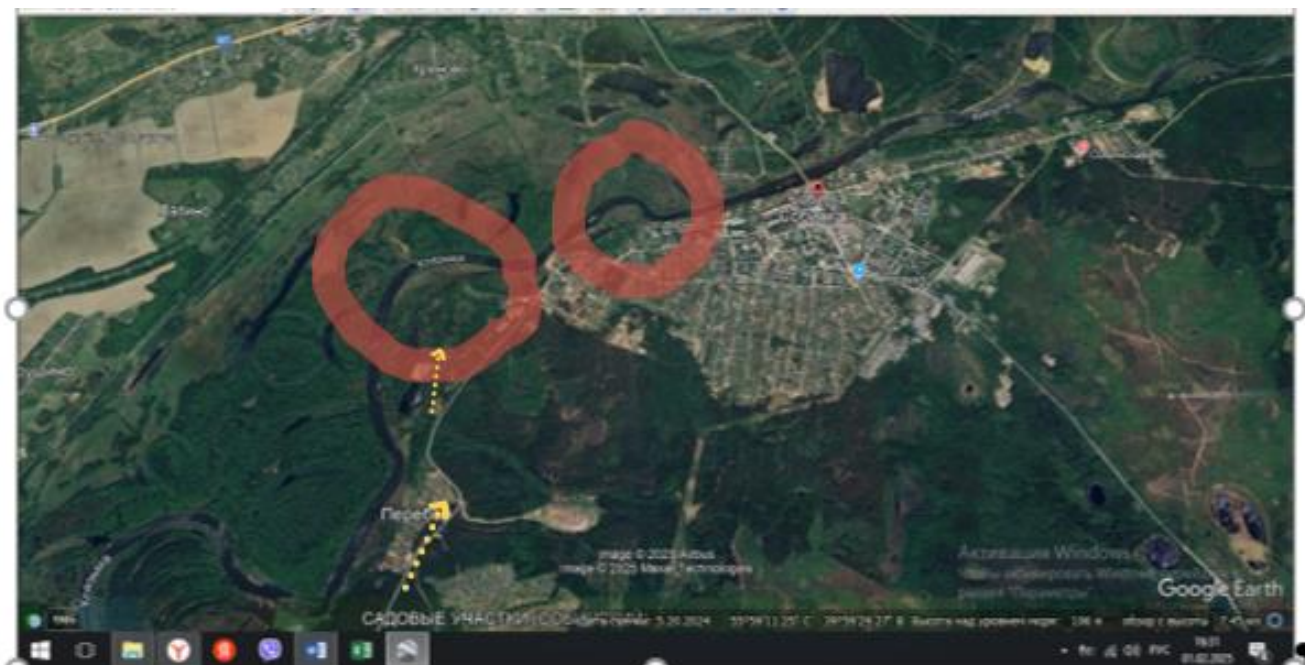


Вывод: таким образом, доказали, что наши острова имеют русловое происхождение. Русловые острова относительно быстро деформируются, обычно они сползают вниз, то есть размывается приверх и намывается ухвостье.

Глава 3. Работа с картами

3.1. Работа с приложением Google Earth Pro (спутниковые карты)

Почему сформировались острова именно в этом месте? Чтобы ответить на этот вопрос, собрали разные картографические материалы. Это должны быть карты разных масштабов и разных лет. Такие спутниковые карты нашли в приложении Google Earth Pro. Оно дает возможность посмотреть историю изменений определенного места за несколько лет. Распечатали карты с 2007 по 2024 год. Вот одна из них в мелком масштабе.



Карта реки Клязьма – 20 мая 2024 год.

На карте хорошо видна извилистость реки. Такая извилистость, при которой русло постепенно изменяет степень своей извилистости (главным образом, увеличивая её, то есть русло развивается), называется меандрирование. Извилистости бывают разные. Мы должны понять, какое же это меандрирование. К «классическим» типам можно отнести меандрирование – развитое и неразвитое (их иногда называют свободное и ограниченное).

- Деформации свободного, развитого меандрирования (разной степени развитых излучин с плавной извилистостью) заключаются в увеличении степени развитости (извилистости) излучин. При приближении излучин перешеек прорывается, русло спрямляется, из прежнего русла образуется старица (старица – это отчленившийся кусок прежнего русла).
- Незрелое, ограниченное меандрирование характеризуется не усилением степени развития излучин, а сползанием незрелых излучин вниз по течению. Деформации заключаются в размыве верхних частей русла и намыве верхних.

Вывод: проанализировав карту, определили, что мы имеем дело со вторым типом меандрирования - незрелым. По карте видно, как петли (излучины) сползают вниз по течению. Они не развиты: нет сближения излучин - перешейки не образуются.

3.2. Руслоформирующие факторы (анализ карт 2007-2024 г.г.)

Река меандрирует, т.е. меняет свое русло. На ее извилистость влияют руслоформирующие факторы. Они определяют тип русловых процессов - деформаций речного русла. На этом этапе используем карты разных лет с 2007 по 2024 год.

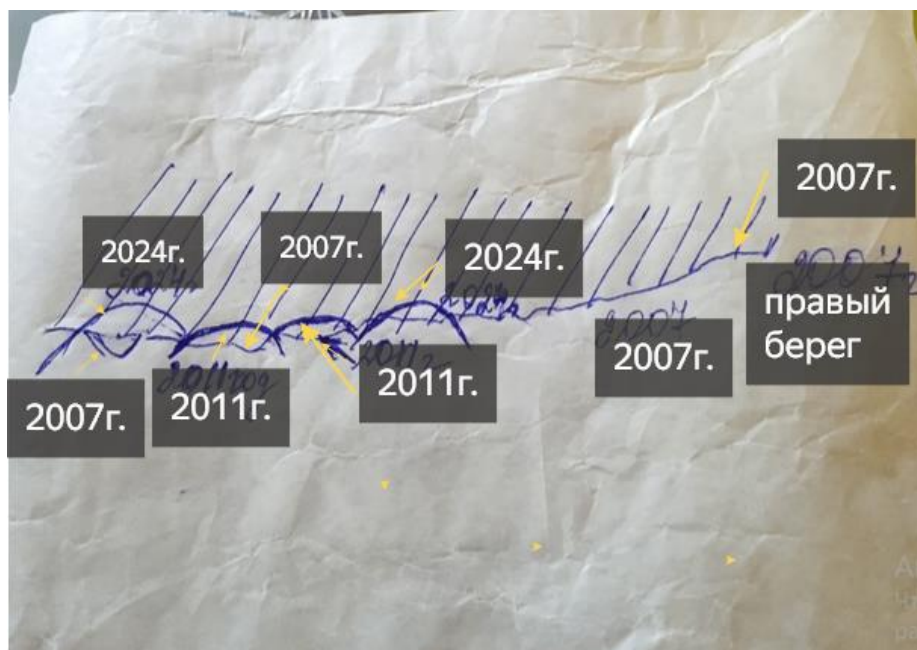
Главное правило такое: если излучины плавные, правильные и соседние излучины близки по размерам друг к другу, то выполняется классическое правило – размывается вогнутый берег, намывается выпуклый. Это подтверждается внешним видом берегов: вогнутый берег обрывистый, склон без растительности, глубины рядом с ним максимальные, выпуклый берег пологий, с пляжем, с отмелью

Для описания правого и левого берега построили профиль по спутниковой карте 2024 года. Нанесли на карту высоты через каждые 10 метров.



Использовали метод наложения карт на кальку. (Приложение 3).

Увидели, что правый берег с 2007 года по 2024 год изменился. Был размыв выше по течению, где находится остров. Значит, весь размывший материал накопился в центре русла реки и образовал остров.



По профилю видно, что правый берег вогнутый, более низкий. Здесь видны элементы береговой эрозии. Берег обрывистый, заливаётся во время половодий. Сделали фотографии и проанализировали их.

Правый берег. (Приложение 4)

На этом берегу река течёт быстро, есть водоток в зимнее время. Она здесь глубже. Померили скорость течения. Секундомером измерили время, за которое поплавочек (пластиковая бутылка) прошёл путь 10 метров. Сделали простые вычисления скорости реки (расстояние / время) $10\text{м}/35\text{сек} = 0,4/\text{сек}$. Скорость течения = 0.4 м/сек.

Левый берег. (Приложение 5)

Мелководье, намытый пляж, течение отсутствует (промерзание до дна). Деревья старые-ольха. Береговая линия не разрушена. Плотный растительный покров.

Вывод: Сравнили береговую линию по годам. Проанализировали 4 карты. Использовали метод наложения карт через кальку. Увидели, что остров с 2011 по 2024 год увеличивался и по длине и ширине. Его размеры менялись лишь по временам года, то уходил под воду, то появлялся. Используя метод наложения карт на кальку, увидели, что береговая линия с 2011 год по 2024 год изменилась. Правый берег стал более обрывистым, т. к. подмывался во время половодья. И скорость течения здесь больше, т.к. сюда постепенно река смещается и углубляет свое русло. Правый рукав постепенно приобретает роль главного протока.

3.3. Составление сводных таблиц по картам 2007 – 2024 г.г.

Следуя нашим исследованиям, с этого момента мы будем называть 2 остров - осередок (т.к. он без растительности.). 1 остров имеет растительный покров в виде влаголюбивой ивы - он главный.

Таблица 1. Сравнение параметров островов

	2007	Июль 2011	Май 2012	28.07.2022	20.05.2024
Остров 1					
Ширина	нет	29 м	22	24	16 м
Длина	нет	155 м	101	196	130 м
Высота	нет	94	97	94	94
2 остров					

Ширина	нет	40	нет	56 м	27 м
Длина	нет	44	нет	73 м	42
Высота	нет	93	нет	93	93
Общая длина		199	101	269	172

Вывод: острова появились на карте в 2011 году. 1 и 2 остров увеличились по длине с периода 2011 года по 2022 год (11 лет). 1 остров образовался раньше, его высота больше. Частично сложен аллювием и зарос влаголюбивой растительностью – ивой (за это его прозвали - ежик).

Таблица 2. Расстояние до берега

	2007г.	Июль 2011	Май 2012	28.07.2022	20.05.2024
До левого берега					
От 1 острова	нет	42	57	74 м	68 м
От 2 острова	нет	30	Нет острова	46 м	22 м
До правого берега					
От 1 острова	нет	35	37	38 м	46 м
От 2 острова	нет	42	Нет острова	44 м	73 м

Вывод: расстояние до правого берега увеличивается, т.к. смещается береговая линия, берег подмывается и протока увеличивается – становится основной, здесь скорость выше. Расстояние от второго острова (осередок) до левого берега уменьшается – он постоянно меняет свои границы. На нем происходит накопление намывного материала с правого берега (особенно в половодье). Расстояние от 1 и 2 островов до левого берега уменьшается за счет аккумуляции наносов на островах и отмели в этом месте (около левого берега). Здесь скорость потока замедляется, т.к. уклон реки в этом месте маленький - 1м (300 м от моста) (уклон реки = 101м- 100м).

Остров вырос и стал препятствием для течения реки. Она в этом месте разделяется на две протоки. Река начинает углублять свое русло по правому рукаву, подмывая правый берег. Об этом свидетельствуют поваленные деревья на правом берегу. (Приложение 6)

Левый берег имеет большую задернованность и вековые деревья - это доказывает, что он меньше подвержен береговой эрозии, то есть разрушению.

Заключение

Таким образом, в ходе изучения русловых деформаций мы определили, что острова образовались в 2011 году в результате меандрирования реки и размывания ее рыхлых песчаных берегов. Этот процесс длится 13 лет. За это время наносы от разрушения стали аккумулироваться в центре русла и формировать русловые острова из аллювия, на котором выросла ива, стали селиться птицы и появились зачатки луговой растительности.

Прогноз. Возникает вопрос, что будет дальше с этим островом?. Мы считаем, что он может перерасти из руслового в пойменный. Если он сильно зарастёт растительностью, в том числе деревьями, поверхность его значительно нарастёт за счёт отложения наносов при подъёмах уровня воды, перестанет быстро смещаться вниз по течению, расширится, то он приобретёт черты пойменного острова. Если он вырастет до определенного размера, произойдет отшнуровка левой протоки и на левом берегу сформируется озеро – старица. Вокруг озера можно будет организовать зону отдыха для жителей нашего города.

Список используемых источников и литературы

1. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л., 2006. 448 с.
2. Вендров С.Л. Жизнь рек. Л., 2015, 112с.

3. Воробьев Г. А. Исследуем малые реки. - Вологда: ВГПУ, издательство "Русь", 2015. - 116 с.
4. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. - Л.: Гидрометеиздат, 2016. - 272 с.
5. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. - М.: Изд-во АН СССР, 2017. - 346 с.
6. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. - М.: МГУ, 2018. –
7. Макаревич, А. А. Речной сток и русловые процессы : пособие / А. А. Макаревич, А. Е. Яротов. – Минск : БГУ, 2019. – 115 с
8. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. Москва., Высшая школа.,2018,368 с.
9. Интернет ресурсы:
<https://rusloved.ru/list/25-2010-01-09-22-36-27/242-2012-10-06-13-07-55.html?start=1>
https://vk.com/wall-190768165_1081
<http://abratsev.ru/hydrosphere/ruslo.html>

Приложения

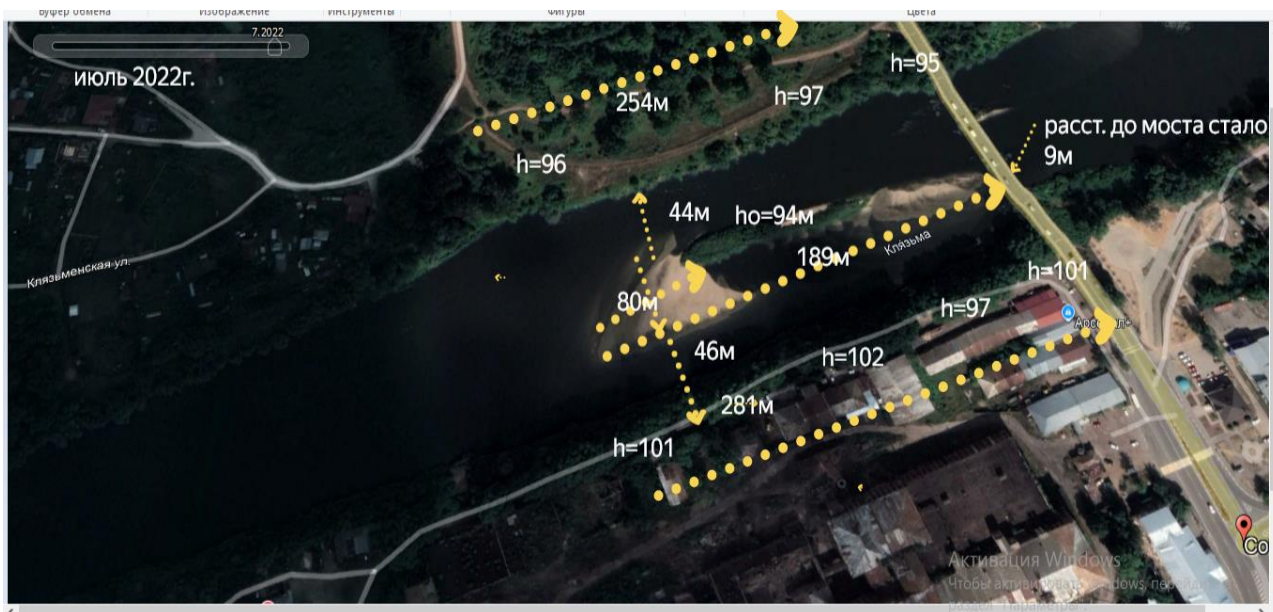
Приложение 1

Фотографии русла реки Клязьма (лето 2024 года)



Приложение 2

Спутниковая карта с расстояниями и высотами (июль 2022года)



Приложение 3

Правила копирования карты на кальку

Копирование карт на кальку является наиболее распространенным способом копирования на прозрачную основу. Копирование при этом производится в масштабе оригинала. В первую очередь копируют внутреннюю рамку. Это помогает установить правильное положение кальки при случайном ее сдвиге. Затем копируют план (полностью или по частям). Надписи подписывают в последнюю очередь. Такая последовательность позволяет скопировать ситуацию плана при наименьшей деформации кальки. Так как исправления на кальке делать трудно - остаются следы подчисток - копировать нужно внимательно, без ошибок. Во время работы не рекомендуется касаться кальки руками, под руку нужно подложить лист чистой плотной бумаги. По завершении копировальных работ полученную копию корректируют и сверяют с оригиналом. Для этого кальку (кроме нижней ее стороны) открепляют от плана и, приподнимая ее за край, внимательно рассматривают детали карты. Затем, быстро опустив кальку, проверяют соответствие копии оригиналу.

Приложение 4

Правый берег



На этих фотографиях видно, что береговая линия обрывистая и сложена рыхлыми песчаными породами. Правый берег: видна часть поймы, которая очень низкая – 95 метров – т.к. размыва во время половодья. Все продукты разрушения аккумулируются на острове и левом берегу.

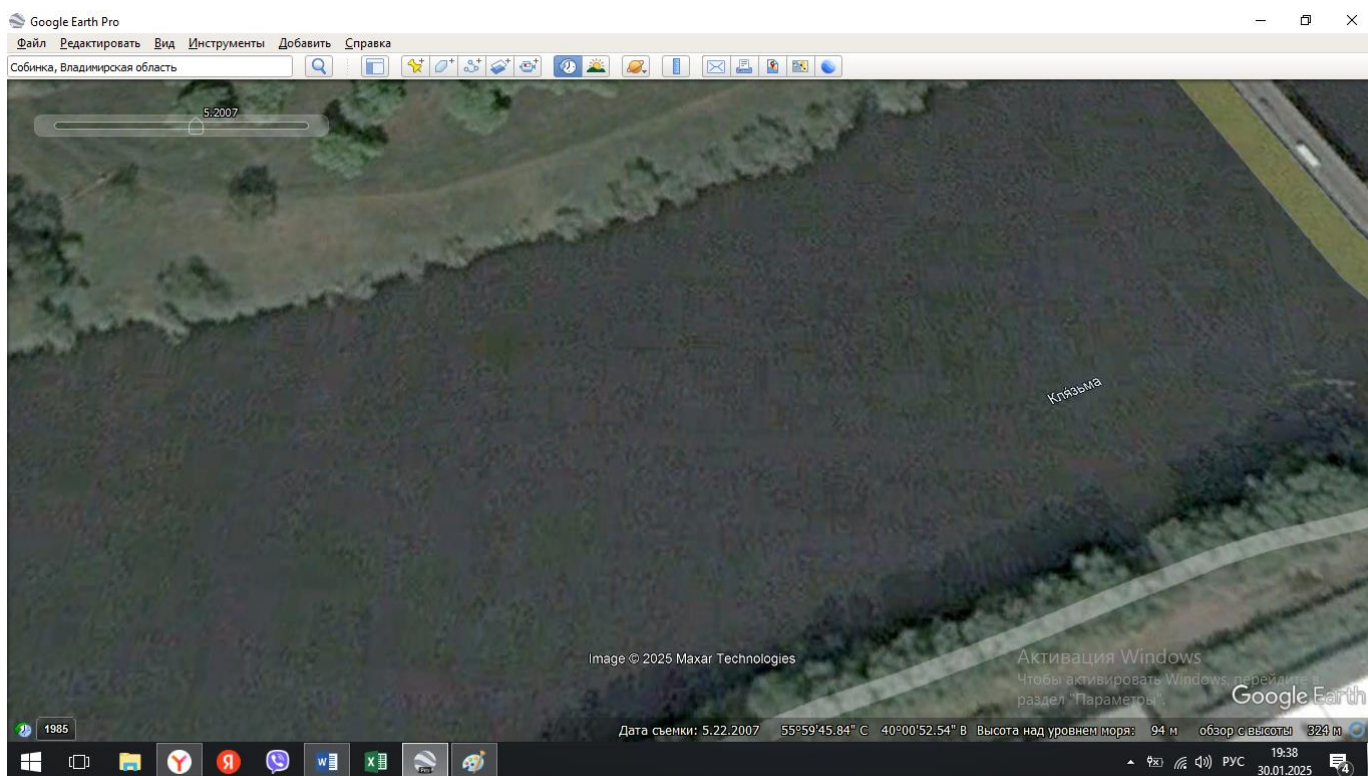
Приложение 5

Левый берег

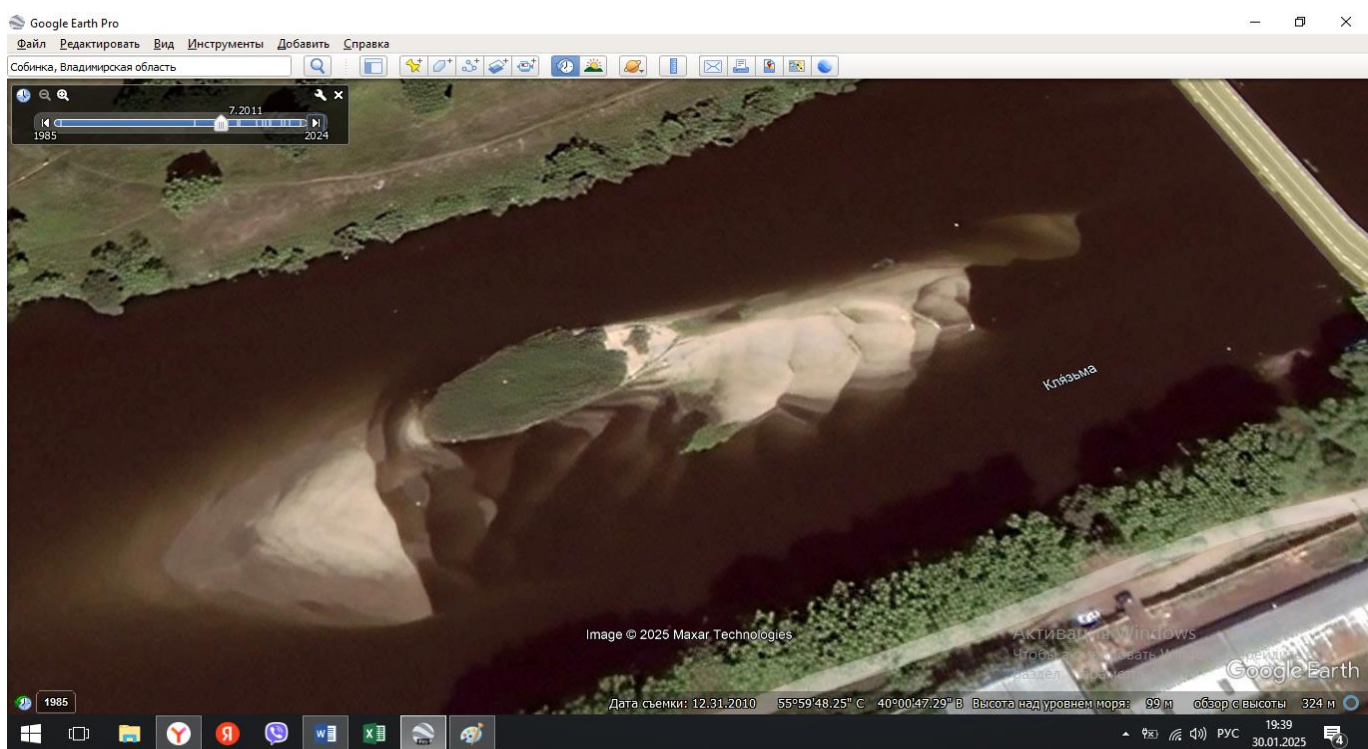


Спутниковые карты

2007 год



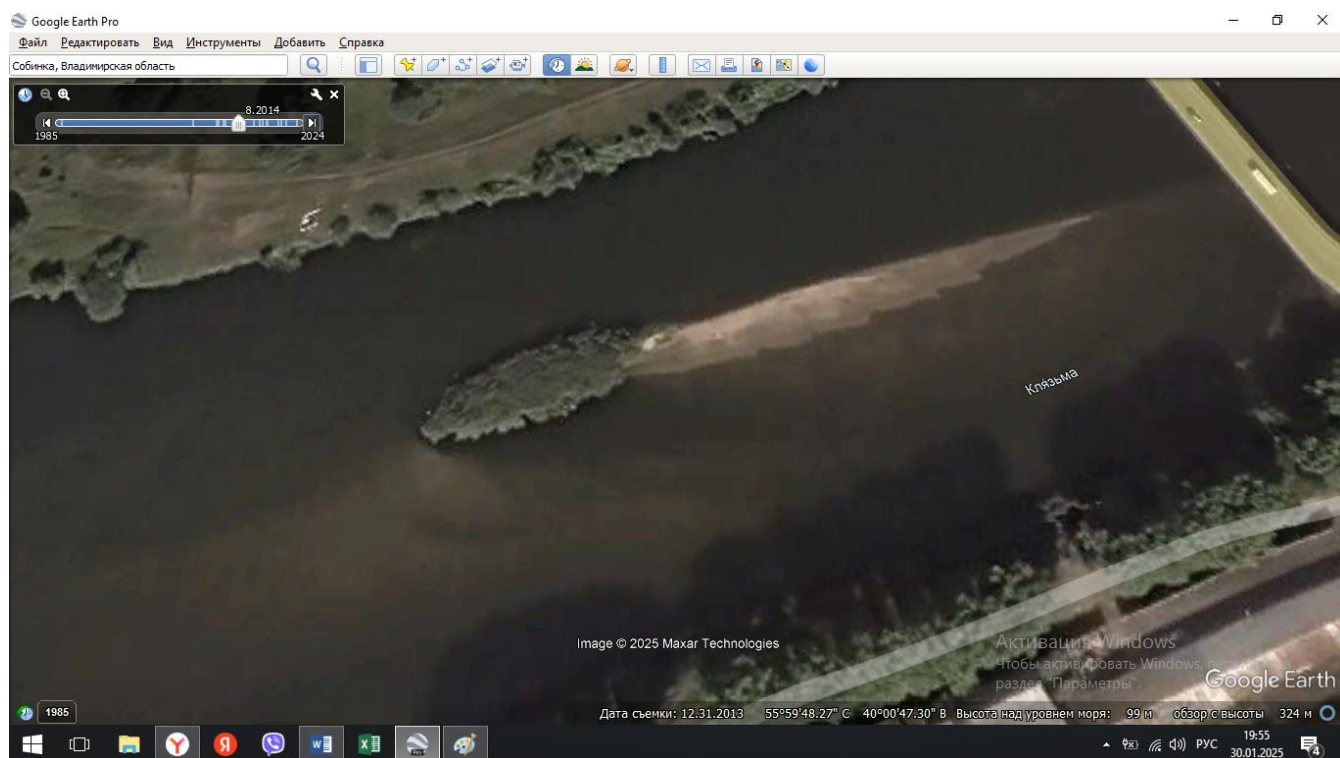
Июль 2011 год



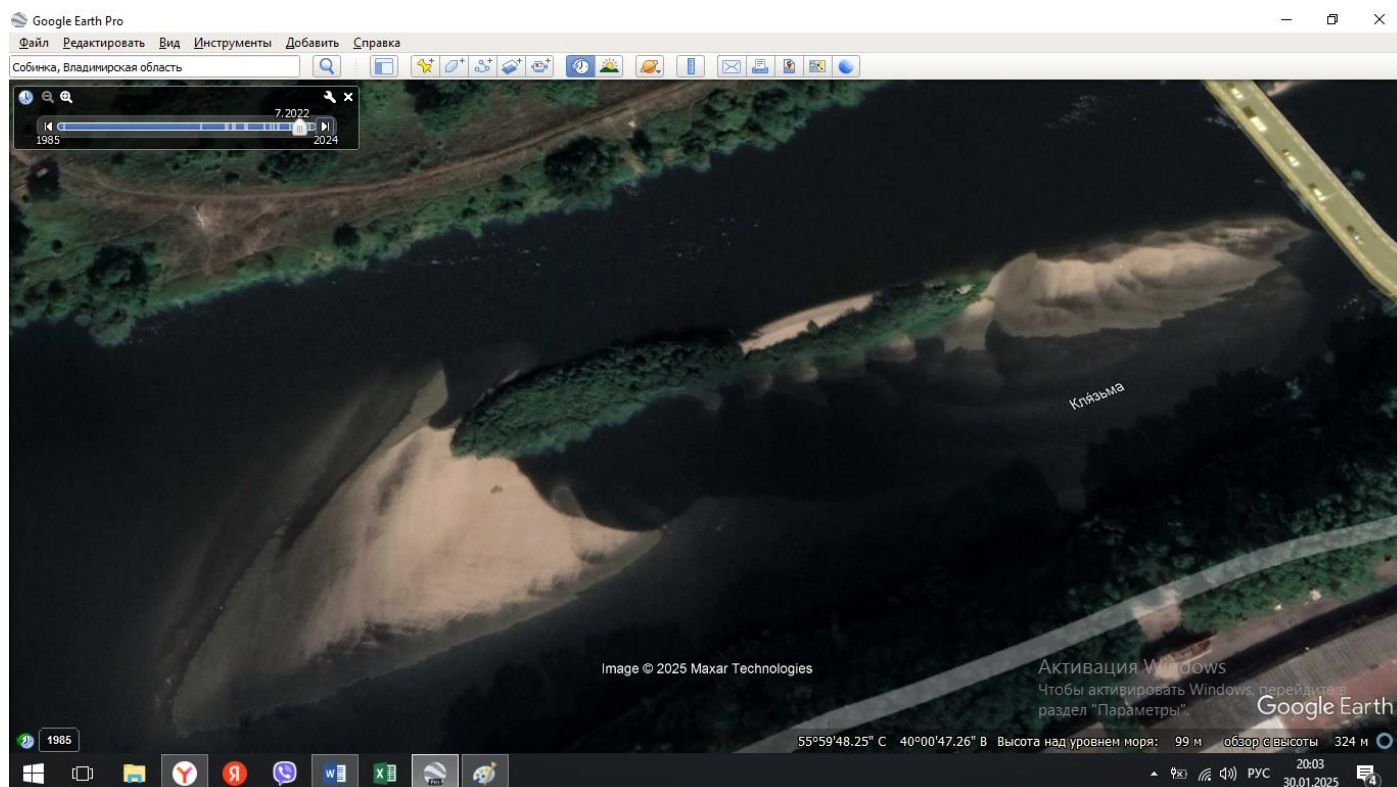
Сентябрь 2012 год



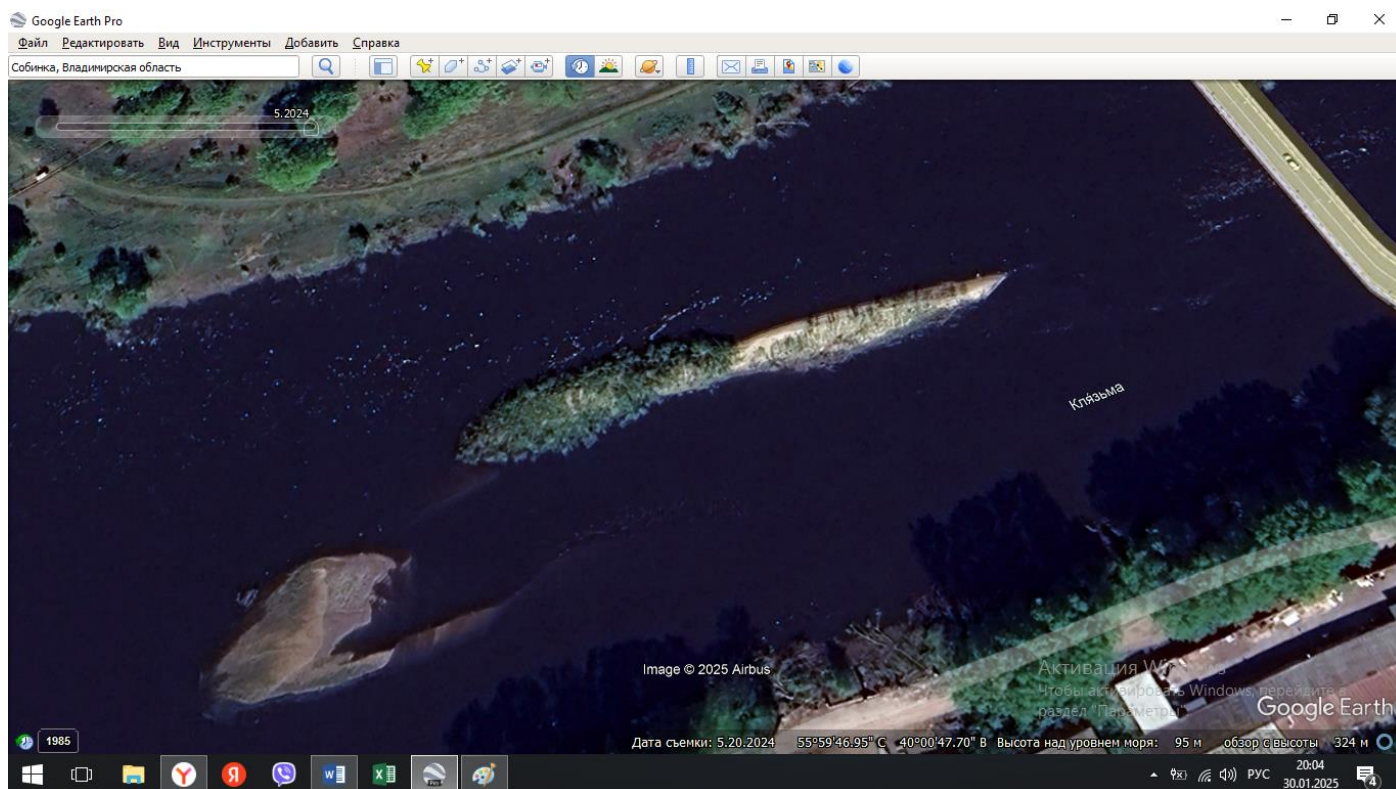
Август 2014 год



Июль 2022 год



Май 2024 год



УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ МАСКИРОВКИ НА ОСНОВЕ ОПЫТА СВО

Голенищева Елизавета
Андреевна, обучающаяся 11 класса
МБОУ СОШ № 2 г. Лакинска.
Руководитель Перфилова Юлия
Вячеславовна, учитель истории

Введение

24 февраля 2022 года президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин объявил о начале военной операции, задачами которой были указаны демилитаризация (разоружение) и денацификация (очищение от нацистской идеологии) Украины. Судить о значимости этого исторического события, гадать о его правомочности, своевременности и легитимности (признания) - не является целью данного проекта, история всё расставит на свои места. Но можно однозначно заявлять, что данный военный конфликт, в котором России противостоит, в том числе военный блок северо-атлантического альянса, стал мощнейшим толчком для развития научно-технического прогресса в области вооружений, как наступательных, так и оборонительных.

Современные средства связи, обнаружения и объективного контроля, в которых задействованы даже космические спутники, позволяют очень эффективно вычислять и находить стратегические объекты противника, производить аэрофотосъемку и оперативно передавать их координаты для поражения. Для того чтобы можно было эффективно противодействовать средствам обнаружения, необходимо тщательно скрывать от противника позиции, технику и личный состав. Самым популярным методом для этого является маскировка. Она должна скрывать объекты, посредством слияния их с окружающей средой. Зимой маскировочные средства так же важны, как и летом, а соответственно, для тех районов, где лежит снег, необходимо использовать преимущественно белую маскировку.

Существует множество различных маскировочных средств, подходящих для теплого времени года. Так как в зимний и летний периоды преобладающие в природе цвета различаются, то зеленые и коричневые оттенки летних вариантов маскировки будут слишком заметны на белом снегу. Появилась необходимость в создании маскировочных сетей, маскхалатов, а также снаряжения с антитепловизионными свойствами, подходящих для использования в покрытых снегом районах.

Предположим, что, используя белую накидку, возможно приспособить существующий летний вариант маскодежды под зимний период, а с помощью белого материала можно создать сеть, позволяющую маскировать объекты в местах, покрытых снегом, и она будет скрывать их ничуть не хуже, чем летний вариант.

Объектом данного исследования будут средства маскировки в условиях СВО. Предметом накидки, обладающие антитепловизионной защитой и маскировочными свойствами, маскировочные сети, пригодные к использованию в зимнее время года. Цель работы: на основе существующих летних средств маскировки разработать и проверить на практике зимние варианты маскировки.

Задачи:

- изучение существующих средств антитепловизионной защиты, а именно маскировочных сетей и антитепловизионной накидки;
- выявление их сильные и слабые стороны;
- доказательство негативных последствий недостатков, исследуемых средств защиты;
- поиск вариантов преобразования летних маскировочных сетей и антитепловизионной накидки;

- разработка маскировочных сетей и антитепловизионной накидки, пригодных для использования в зимних условиях (при наличии снега).

В своем учебном исследовании я буду использовать как теоретические (изучение литературы, анализ, обобщение), так и эмпирические (наблюдение, фотографирование, сравнение, эксперимент) методы.

Глава 1

1.1. История возникновения маскировки

Что самое главное для солдата на войне? Незаметность! Порой, прятать от врага приходится целый танк или корабль. Вплоть до начала XX века армии всех стран мира к маскировке относились несерьезно. Всерьез учиться прятаться на поле боя заставила Первая мировая война. До этой массовой кровавой бойни работы носили либо инициативный, либо экспериментальный характер. А тут колоссальные потери в людях и технике поневоле заставили прятаться. Франция оказалась на острие немецких атак в той войне, так что именно французы стали законодателями моды обманывать противника. Неудивительно, что даже само слово «камуфляж» — французского происхождения. Правда, если сегодня оно стало общеупотребительным и даже уважаемым термином, то до войны было в ходу у французских преступников: слово пришло из парижского аргю. Неудивительно — зачем честному человеку маскироваться или скрывать свои дела?

Первыми мастерами военного камуфляжа стали художники из Нанси Люсьен-Виктор Гиран де Сцевола и Луи Гинго. Они были мобилизованы и стали артиллеристами 6-го полка, где и задумали накрывать орудия раскрашенными в цвет местности холстами. Опыты заинтересовали генерала Ноэль де Кастельно, который обратился с рапортом к главнокомандующему и привлек его внимание к проблеме маскировки. Работала служба маскировки так: художники изучали и фотографировали защищаемый участок местности, в том числе и с самолетов, разрабатывали ложные цели и маскировали ориентиры. Порой строились целые ложные населенные пункты или, наоборот, уничтожались привычные для артиллерийских немецких разведчиков «опорные» предметы. Танки и бронемашины, пушки и повозки можно было красить в цвет местности, покрывать разрывающими силуэт пятнами или завешивать маскировочными сетями.

1.2. Маскировочные сети

Индивидуальные средства укрытия, стоявшие на вооружении с 1932 года, имели вид крупноячеистой сетки с параметрами 150x75 см, нейтрального цвета. В инструкции по использованию рекомендовалось дополнять ее маскирующими лоскутами, в зависимости от времени года и обстановки на местности. Сетка часто использовалась для маскировки окопов, амбразур, дзотов.

Начнем с того, что маскировочные сети уберегают от ударов беспилотников, камикадзе и бомбардировщиков, которые сбрасывают гранаты. Беспилотнику сложно обнаружить позиции, если они закрыты маскировочной сетью. Кроме того, под сетью не видно бойцов и непонятны тип и состояние техники. Грузоподъемность у беспилотников небольшая, и известны случаи, когда боеприпас отбрасывался от хорошо натянутой сети или не срабатывал за счет смягченного удара. Приемы сокрытия техники и объектов включают: снижение цветового контраста предметов на окружающем фоне; искажение силуэта предмета; сокрытие за непрозрачной преградой.

Надежно скрыть от взгляда разведчика наличие этих примет можно с помощью маскировочной сети. Современный вариант этого укрытия представляет собой прочный материал. По признаниям самих военных, уникальных разработок в этой области не меньше, чем в области разработки оружия. С помощью маскировочной сети можно надежно укрыть не только отдельные единицы техники, но и полевой штаб или аэродром.

В зависимости от необходимости, материал имитирует песок, зеленые насаждения, хвою, грязный снег, снег.

Для пошива маскировочных сетей чаще всего используются ткани, обладающие определенными свойствами, необходимыми для создания эффективного маскировочного эффекта:

- Ткань с хлопком (бязь, поплин, сатин, канва). Хлопок – долговечный и прочный материал. Легко окрашивается, имеет широкую область применения.
- Полиэстерная ткань: обладает высокой прочностью и износостойкостью.
- Камуфляжные ткани: это специальные ткани, разработанные для маскировки. Обычно имеют рисунок из зеленых, коричневых и серых оттенков, чтобы соответствовать окружающей среде. Не деформируются, не выцветают и имеют увеличенный срок службы.
- Вуаль: Тонкая, полупрозрачная ткань для создания легкой маскировочной сети. Должна быть матовой.
- Нейлон: Обладает прочностью и устойчивостью к погодным условиям. Легко окрашивается и долго сохраняет первоначальный вид.

Выбор ткани зависит от условий эксплуатации маскировочной сети. Можно сделать сетку с высоким уровнем непрозрачности для эффективного скрытия объектов. Основное требование к выбранной ткани - идеальное сочетание незаметности и функциональности.

Итак, плюсы маскировочных сетей, которые нам удалось отметить:

- 1) Не рвутся даже при сильных нагрузках, имеют прочный материал.
- 2) Отталкивают влагу, не плесневеют, не выгорают.
- 3) Не поддаются порче вредителями, так как сделаны из синтетических материалов или покрыты пропиткой.
- 4) Имеют небольшой вес, легко транспортируются и монтируются.
- 5) Не ограничены в размере.

Наряду с этим есть и отрицательные качества. Большой популярностью в лесистой местности пользуются сети темно-зеленого цвета. А если речь идет о полевых условиях, то тут пригодятся сети светло-зеленого оттенка. Весной нужны бежевые маскировочные сети - как раз под высохшую после зимы траву. Но вот что делать зимой? Какую сеть можно будет использовать в районах, где лежит снег?

Главный минус маскировочных сетей – отсутствие универсальной сети для всех времен года. Следовательно, если существует множество различных летних вариантов сетей, то необходимы и зимние.

1.3. Антитепловизионная накидка (пончо)

Разработанный и произведенный в России плащ – пончо с защитой от тепловизора является универсальным изделием, предназначенным для работы, как летом, так и зимой. Изделие используется в качестве:

- средства маскировки бойца от тепловизионных приборов на дистанции свыше 50 метров;
- средства маскировки индивидуальных укрытий и техники от тепловизора;
- тента и навеса;
- эвакуационных носилок – выдерживает нагрузку до 130 кг, скроено из цельного куска ткани;
- укрытия от дождя;

Для изготовления пончо требуются материалы: полиэстер, синтепон, полиэфирная пленка с напылением металла, ткань оксфорд, дюспо. Плащ сделан из водоотталкивающего и ветронепроницаемого материала - оксфорд 600. С внутренней стороны используется полиуретановая (PU) либо поливинилхлоридная (PVC) пропитка, а подкладка выполнена из Дюспо.

Материалы плаща работают как барьер, который предотвращает утечку тепла тела, благодаря своей особой структуре. Это делает человека незаметным как для тепловизоров, так и для визуального обнаружения, поскольку плащ использует камуфляжные цвета, которые помогают ему сливаться с окружающим фоном. Большой капюшон способствует максимальному сокрытию лица и его теплового излучения.

Плюсы антитепловизионной накидки: защита от тепловизионных приборов, водоотталкивающие свойства, ветронепроницаемость, защита не только от тепловизионных устройств, но и от визуального обнаружения, сохранение тепла.

Одним из главных минусов антитепловизионной накидки является невозможность использовать ее круглогодично из-за камуфляжной окраски зеленых оттенков. Покупка и летнего, и зимнего варианта пончо обходится очень дорого. В среднем оно стоит от 3500 до 9000 рублей.

Глава 2

Проанализировав все плюсы и минусы маскировочных сетей и антитепловизионной накидки (пончо), мы решили проверить на практике свойства данных средств маскировки и найти способ устранить недостатки. В ходе работы была проведена проверка свойств маскировочных принадлежностей, выявление слабых мест, поиск способов для устранения недостатков.

Для разных времен года и разной местности требуются определенные виды маскировочных сетей. Так, например, для теплого времени года подойдут сети зеленых оттенков, для зимы – белых. В Лакинском городском доме культуры находится один из пунктов Собинского района, где занимаются плетением данного средства маскировки. Нам удалось лично убедиться в разнообразии сетей, даже поучаствовать в их изготовлении. (Приложение 1).

Позаимствовав одну из сетей, мы решили проверить насколько хорошо она выполняет свое прямое назначение – скрывает объекты.

Мы сделали фото объекта без сети на площади, не покрытой снегом (Приложение 2). Далее, сетью зеленых оттенков мы накрыли объект и также сфотографировали (Приложение 2). Фото были сделаны с высоты 13м. Исходя из получившихся снимков, можно сделать вывод, что сеть хорошо скрывает объект. Его почти не заметно с такой небольшой высоты. Учитывая высоту, на которую поднимаются дроны, а это приблизительно 50м, можно с уверенностью сказать, что сеть полностью выполняет свое прямое назначение – скрывает объект от дронов и беспилотников.

Очевидно, что на снегу данный вариант сети будет неэффективен. Поэтому стали создаваться зимние модели. Они выполнены из белого материала. Существуют разновидности, созданные специально для местности с грязным снегом.

Мы решили убедиться, что сети такого формата пригодны для использования. Нами были сделаны фото объекта на снегу без и с сетью с высоты 13 метров (Приложение 3). Результат оправдал ожидания. Сеть полностью скрывает даже яркий объект. С высоты дрона она еще больше сольется с местностью и будет незаметна.

Проконсультировавшись со специалистами и изучив информацию с просторов интернета, мы примерно подсчитали среднюю стоимость пончо. Она составила 5000 рублей. Из вышесказанного можно сделать вывод, что на пошив производителем и летнего, и зимнего варианта пончо уходит много средств и времени, а соответственно и потребитель отдаст за каждое пончо немалую сумму. Перед нами стояла задача снизить расходы и создать универсальный вариант антитепловизионной накидки.

Благодаря изучению маск-сетей и их способности накрывать объект, нам в голову пришла идея создать чехол на накидку, который поможет сохранить все ее свойства и поспособствовать слиянию с местностью, покрытой снегом. Изучив, с помощью интернета, различные варианты тканей, наш выбор пал на оксфорд. Данный материал водонепроницаемый, легкий и недорогой. Обратившись за помощью к человеку, который занимается пошивом пончо, мы обсудили с ним возможность воплощения идеи в жизнь.

Используя знания пошива накидок, был разработан оптимальный вариант чехла. Для изготовления нужно: сложить ткань пополам, обработать края. Далее, проделать отверстие посередине сгиба для головы, также обработать края отверстия, пришить капюшон, вставив в него резинку для стягивания. Чтобы ткань не разлеталась по краям от ветра, а плотно прилегала к пончо, к переднему и заднему полотнищу необходимо пришить липучки для фиксации чехла, оставив отверстия под руки. Немного доработок мастера и чехол на накидку готов. (Приложение 6)

С помощью тепловизора мы решили проверить пончо на антитепловизионную защиту, а заодно и эффективность получившегося чехла. С высоты 13 метров были сделаны фото объекта с помощью тепловизора. Сначала без пончо, затем с ним (Приложение 5). В результате, накидка отлично справляется со своей задачей. Она предотвращает утечку тепла тела, благодаря своей особой структуре, что позволяет сделать объект невидимым для теплофизических устройств.

Эффективность чехла мы также проверяли с помощью фотографий с высоты 13 метров. Первый кадр был сделан без чехла (Приложение 4). Пончо сразу бросается в глаза из-за своей расцветки, предназначенной для местности, не покрытой снегом. На следующем снимке поверх антитепловизионной накидки надет чехол (Приложение 4).

Можно заметить, что объект уже не так бросается в глаза, а с высоты полета дрона он будет практически незаметным. С помощью тепловизора мы проверили, не нарушает ли чехол антитепловизионных свойств пончо, и результат нас обрадовал. Объект оставался незаметным для данных устройств.

Заключение

В настоящее время, учитывая последние события, происходящие в нашей стране, а именно специальную военную операцию, невозможно обойтись без средств маскировки. Она является залогом успеха любой военной операции. Сегодня средства связи, обнаружения и объективного контроля, в которых задействованы даже космические спутники, позволяют очень эффективно вычислять и находить стратегические объекты противника, производить аэрофотосъемку и оперативно передавать их координаты для поражения. Для того, чтобы можно было эффективно противодействовать средствам обнаружения, необходимо тщательно скрывать от противника позиции, технику и личный состав. Современные проблемы требуют современных решений, а соответственно средства маскировки не должны отставать от времени, иначе они будут неэффективны против новейших технологий. Проверив на практике такие средства маскировки, как антитепловизионная накидка (пончо) и маскировочные сети, мы пришли к выводу, что данные приспособления отлично справляются со своей задачей, а именно скрывают объекты, делают их незаметными для средств обнаружения. Выявив слабые стороны вышеназванных приспособлений, мы нашли способы, которые помогли восполнить недостатки. Для того, чтобы приспособить летний вариант антитепловизионной накидки зеленых оттенков под зимнее время года, мы разработали специальный чехол белого цвета, который поспособствовал слиянию пончо с местностью, покрытой снегом, сохранив при этом антитепловизионные свойства. Данный вариант решения проблемы позволяет предотвратить большие затраты средств на изготовление и покупку зимнего варианта пончо. В случае с сетями, для зимнего времени года идеально подходят сети белых оттенков. Мы проверили на практике их эффективность и выяснили, что они идеально справляются со своей главной задачей. Таким образом, подтверждена гипотеза: действительно, используя белую накидку, возможно приспособить существующий летний вариант маскодежды под зимний период, а с помощью белого материала можно создать сеть, позволяющую маскировать объекты в местах, покрытых снегом, и она будет скрывать их ничуть не хуже, чем летний вариант.

Список электронных источников

https://ekipirovka.shop/katalog/item/plashch_poncho_s_zashchitoy_ot_teplovizora/

<https://службапоконтракту72.рф/news/tpost/svd2ltb931-kak-maskirovochnie-seti-spasayut-zhizn-n>
<https://www.maximonline.ru/longreads/voennye-pryatki-istoriya-kamuflyazha-v-evrope-i-rossii-id496985/>
<https://liantrade.ru/blog/iz-chego-delayut-maskirovochnye-seti/>
<https://мастерамаскировки.рф/негорючие-сетки>

Приложение 1

Разнообразие маскировочных сетей

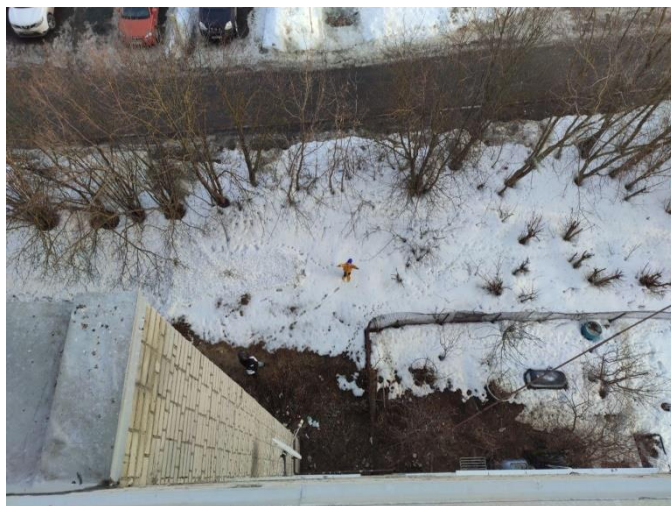


Приложение 2

Фото объекта на площади, не покрытой снегом



Фото объекта на площади, покрытой снегом



Приложение 3



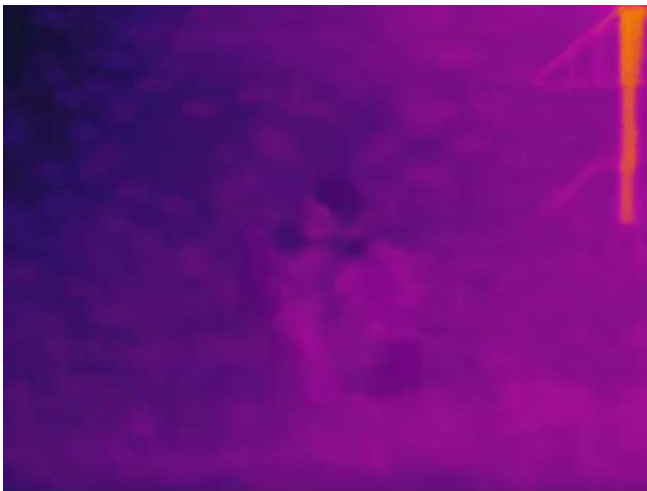
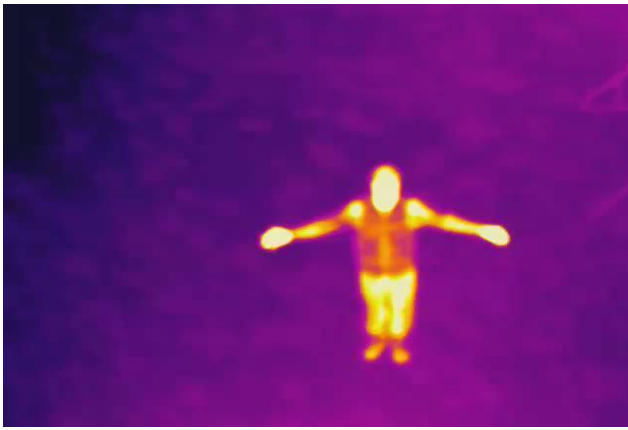
Приложение 4.

Фото объекта с высоты 13 метров с чехлом и без



Приложение 5.

Тепловизионная съемка объекта с чехлом и без



Готовая модель чехла

Приложение 6



ЭЛЕКТРОФИЦИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ МАЯТНИКА ФУКО

Дойникова Юлия Ивановна,
обучающаяся 10 класса
МАОУ ГМУК № 2.

Руководитель
Зиняков Василий Николаевич,
учитель трудового обучения
МАОУ ГМУК №2

Введение

Тема проекта и её актуальность

Темой проекта является изучение суточного вращения Земли и измерения параметров этого вращения с помощью подручных средств. В качестве прибора для изучения данного физического явления был использован маятник Фуко, сконструированный собственноручно. В первую очередь проект является научно-исследовательским: по ходу реализации проекта были изучены история взглядов на вращение Земли, принципы работы математического маятника и базовая математическая обработка результатов физического эксперимента. А также задача затрагивает инженерно-технические аспекты: маятник был собран из подручных материалов, полностью своими руками.

Разумеется, данный эксперимент не лежит в области прорывной науки, так как он был воспроизведён другими научно-исследовательскими группами не один раз, но в деревне Новая Быковка Владимирской области маятник Фуко был воссоздан впервые. Моё желание повторить данный опыт связано с всё возрастающим числом приверженцев различных конспирологических теорий, в частности сторонников общества плоской Земли (согласно с ВЦИОМ число граждан России, верящих в теорию плоской Земли, на 2020 год составило около трёх миллионов человек). Чтобы лично убедиться в абсурдности теории плоской Земли научным методом, было принято решение реализовать данный эксперимент.

Цель проекта

В данном проекте передо мной была поставлена задача доказательства суточного вращения Земли, измерения параметров этого вращения, в частности угловой и линейной скорости вращения на широте города Владимира, а также создание макета. Для выполнения поставленной цели был использован маятник Фуко.

Для планомерного достижения цели проекта, работа была разбита на следующие задачи:

1. Ознакомиться с принципами работы маятника Фуко.
2. Сконструировать экспериментальную установку (маятника Фуко и его измерительную шкалу).
3. Непосредственное проведение эксперимента и измерение соответствующих величин.
4. Доказательство вращения Земли и вычисление его параметров.
5. Конструирование электрифицированного макета.

Этапы работы над проектом:

1. Изучение теории работы маятника Фуко. Предварительная количественная оценка наблюдаемого эффекта.
2. Подготовка материалов для воссоздания маятника (в том числе для измерительной шкалы).
3. Поиск подходящих мест для проведения эксперимента.
4. Установка маятника.
5. Воспроизведение эксперимента.
6. Математическая обработка результатов и вычисление искомых величин.
7. Изготовление макета.

8. Подведение итогов.

Раздел 1. Маятник Фуко

Взгляните на небо. Звёзды и планеты в течении суток меняют своё видимое положение: небесное светило, которое, скажем, в полночь было в зените через несколько часов окажется на горизонте. В 21 веке каждый обыватель назовёт причины такого движения: Земля обращается вокруг своей оси, что вызывает видимое изменение положения небесных светил, в том числе и нашего Солнца. Но не всегда данный факт являлся настолько очевидным, как сегодня. В Древней Греции преобладала геоцентрическая модель Вселенной, в которой Земля является неподвижным абсолют, а Солнце, звёзды и планеты закреплены на небесных сферах, движущихся вокруг Земли. На протяжении почти 10 веков под влиянием авторитета Аристотеля данная точка зрения являлась доминирующей. Только в мае 1543 г. скромный каноник из Польши Николай Коперник опубликовал свой знаменитый труд «О вращении небесных сфер», в котором силой своей мысли он "остановил Солнце и сдвинул Землю", выдвинув весомые аргументы в пользу гелиоцентрической системы и обращения Земли вокруг своей оси. Данная гипотеза была впоследствии активно поддержана такими авторитетными учёными как Иоганн Кеплер и Галилео Галилей, которые все же основывали свои выводы на косвенных доказательствах. Прямое доказательство вращения Земли оказалось чрезвычайно нетривиальной задачей и случилось намного позже спустя примерно три века с момента публикации Кеплера.

Учёные прилагали немалые усилия и потратили много времени, чтобы наконец доказать вращение земли. Они бросали грузы с башни или в глубокие скважины и выстреливали пушечными ядрами вертикально в воздух, чтобы попытаться выявить малейшие отклонения в их траектории. Но все попытки зафиксировать вращение Земли были неудачными. Пока в 1851 году Жан Фуко наконец не смог визуально доказать вращение Земли.

Маятник Фуко является математическим маятником, плоскость колебаний которого медленно поворачивается относительно земной поверхности в сторону, противоположную направлению вращения Земли. В здании Парижского Пантеона в центре венчает громадный купол, к которому была прикреплена стальная проволока длиной 67 метров. К этой проволоке подвесили шар массой 28 килограмм. Проволока крепилась к куполу таким образом, чтобы получившийся маятник мог качаться в любой плоскости.

Маятник совершил колебания над круглым постаментом диаметром 6 метров, по краю которого был насыпан валик из песка. При каждом качании маятника острый стержень, укрепленный на шаре снизу, оставлял на валике отметку, считая с ограждения песок. Для того, чтобы исключить влияние трения подвеса на маятник Фуко, применяют специальные подвесы. А для того, чтобы избежать бокового толчка (то есть, чтобы маятник качался строго в плоскости), шар отводят в сторону, привязывают к стене, а затем пережигают верёвку.

Период колебаний маятника, как известно, может быть рассчитан по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

Подставляя в эту формулу длину маятника $L = 67$ м и значения ускорения свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, получаем, что период колебаний маятника в опыте Фуко составляет $T = 16,4$ с.

По прошествии каждого периода новая отметка, производимая остриём стержня на песке, оказывалась примерно в 3 мм от предыдущей. За первый час наблюдений плоскость качаний маятника повернулась на угол около 11 градусов по часовой стрелке. Полный же оборот плоскость маятника совершила примерно за 32 часа.

На плоскость вращения маятника влияет как географическая широта места, где он установлен, так и длина подвеса. Маятник, установленный на Северном или Южном полюсе, будет делать оборот за 24 часа. Маятник, установленный на экваторе, вообще не будет вращаться, плоскость остаётся неподвижной. На полюсах маятник за час проходит примерно за $360^\circ/24 \text{ час} = 15^\circ$ [2].

Маятник Фуко сегодня

В России на действующий маятник Фуко можно посмотреть в Московском планетарии, Сибирском федеральном университете, в атриуме 7-го этажа Фундаментальной библиотеки МГУ, Санкт-Петербургском и Волгоградском планетариях, в Приволжском федеральном университете в Казани. До 1986 года маятник Фуко длиной 98 м можно было увидеть в Исаакиевском соборе в Санкт-Петербурге. Во время проведения экскурсии посетители собора могли наблюдать за экспериментом — плоскость вращения маятника поворачивалась, и стержень сбивал спичечный коробок на полу поодаль от плоскости вращения маятника. Самый большой в СНГ и один из самых крупных маятников Фуко в Европе установлен в Киевском политехническом институте. Шар из бронзы весит 43 килограмма, а длина нити составляет 22 метра.

Данная традиция не обошла и Владимир. В 70-е годы во Владимирском планетарии установили маятник Фуко, детали для которого изготовили на одном из городских заводов.

Другие доказательства вращения Земли

Маятник Фуко является наглядным, но не единственным способом доказательством вращения Земли. Ещё одно замечательное следствие вращения Земли основывается на законе Бэра.

Закон Бэра (также эффект Бэра) – теория, согласно которой в Северном полушарии реки, текущие в направлении, близком к направлению меридиана (с севера на юг или с юга на север), больше подмывают правый берег, а также реки Южного полушария — левый. Данный эффект мы можем наблюдать во многих точках Владимирской области.



Рисунок 1. Эффект Бэра на реке Клязьма

В основе закона лежит принцип Г. Кориолиса, согласно которому на материальную точку,двигающуюся горизонтально относительно вращающейся Земли, действует сила Кориолиса, вызывающая ускорение точки вправо в Северном и влево – в Южном полушарии.

Согласно А. Эйнштейну (его статьи о парадоксе чайного листа), эффект Бэра объясняется совместным действием силы Кориолиса и силы трения, создающими вращательное движение масс воды вокруг оси русла. Возникающая при этом поперечная циркуляция вызывает русловой процесс размывания одного берега и перенос нерастворимых отложений на другой берег, что и приводит к изменению русла и асимметрии береговых склонов.

Раздел 2 Практическая часть

1. Подготовка измерительной шкалы

Используя выкладки из раздела 1, угол, проходимый маятником Фуко за час приблизительно равен 15° (пренебрегая поправкой за широту местности). К сожалению, проведение эксперимента в течение столь долгого времени не представляется возможным, из-за неизбежного затухания маятника (по большей части в результате трения в точке подвеса). В связи с этим обстоятельством было принято решение свести к минимуму время проведения эксперимента. Поэтому конечное значение измерительной шкалы составило 4° с ценой деления в $0,5^\circ$.

Само по себе создание такой измерительной шкалы представляло из себя сложную практическую задачу, так как подразумевает под собой построение угла в $0,5^\circ$. Для этого я строила вытянутые прямоугольные треугольники и использовала данную тригонометрическую формулу для вычисления искомого угла:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}, \quad (2)$$

где a – прилежащий, b – противолежащий катет.

Для минимизации я максимально увеличила размер прилежащего катета (насколько позволяли ресурсы). Для этого склеила несколько ватманов. Получившийся катет a имеет длину 242,5 см. Вычислив по формуле, представленной выше, я получила значение противолежащего катета $b=4,23$ см.

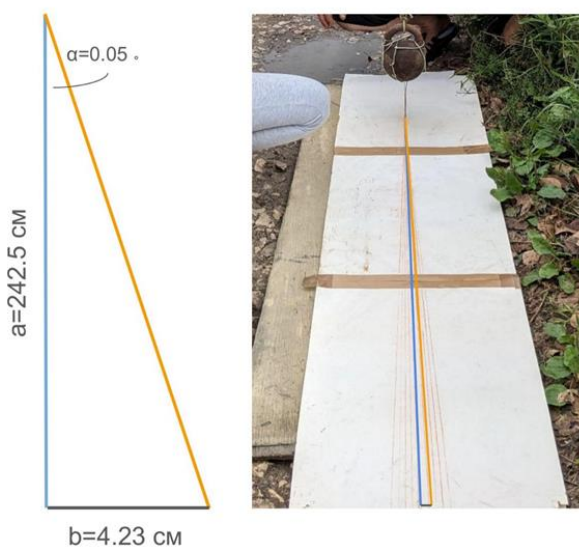


Рисунок 2

2. Описание экспериментальной установки маятника Фуко.

Моя реализация маятника Фуко является приближенной версией математического маятника. Он состоит из следующих деталей:

- нитью, являлся металлический трос с диаметром сечения 3 мм;
- груз, в виде гири 5 кг;
- стрелка – спица, прикреплённая к гире, направленная вертикально вниз (использовалась для увеличения точности измерений).

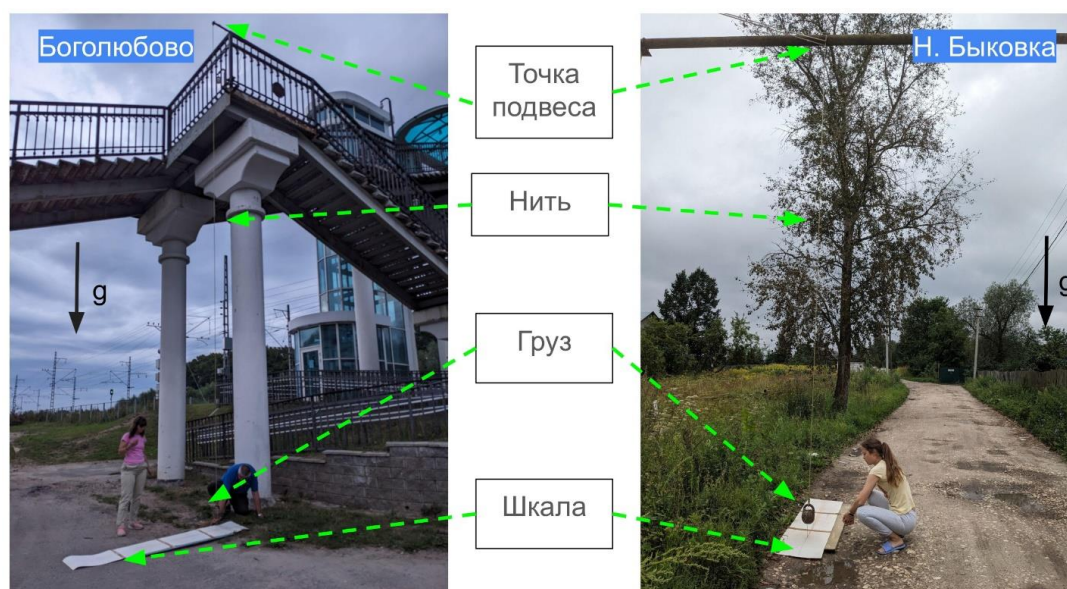


Рисунок 3 – Схема установки

Конкретная длина троса не влияла на результаты эксперимента и была вычислена в ходе работы. Нить маятника взята максимальной длины (на сколько позволяли ресурсы), для упрощения измерений: чем больше длина, тем больше размах маятника, таким образом эффект от вращения Земли в физической шкале увеличится.

Из-за данного обстоятельства мной было рассмотрено несколько мест с высотой подвеса 5 м и более. Из них было выбрано две самых доступных и высоких точек измерения. В итоге, было проведено две серии эксперимента. Первая – на железнодорожной станции в поселке Боголюбово, вторая – в деревне Новая Быковка.

Ход и результаты эксперимента приведены в Приложении А.

Раздел 3 Конструирование модели

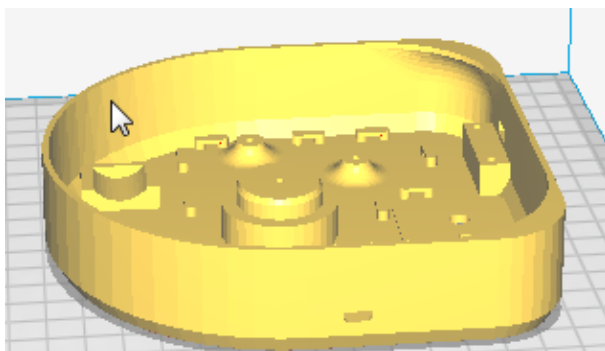
Конструкция модели представляет собой корпус, в котором установлен механизм управления платформой.

Верхняя часть корпуса представляет собой платформу, на которой установлен кронштейн для крепления маятника. К верхней части кронштейна закреплена нить с металлическим шаром. Также на платформе закреплено основание на которое устанавливаются пластиковые маячки для контроля движения маятника.

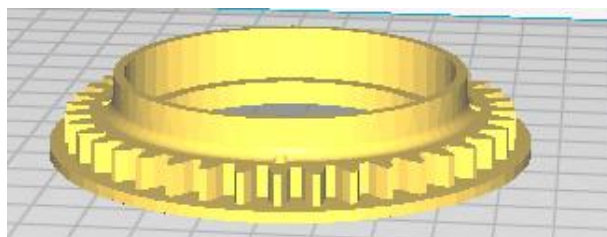


Рисунок 4

Механизм состоит из нескольких частей представленных на рисунке.



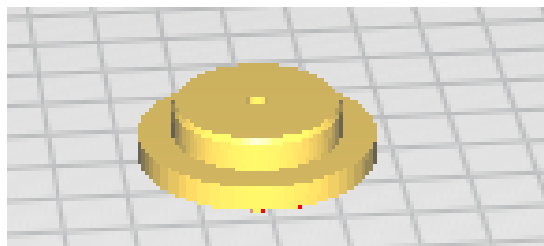
1 – Основание для платформы



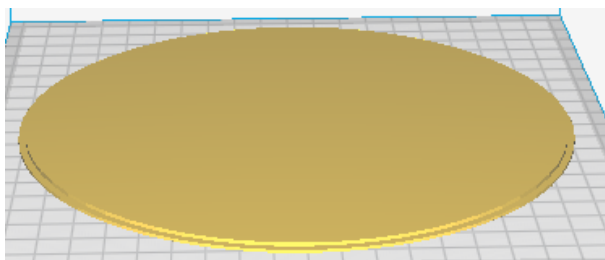
2– Механизм с зубчатой передачей и крепление для подшипника



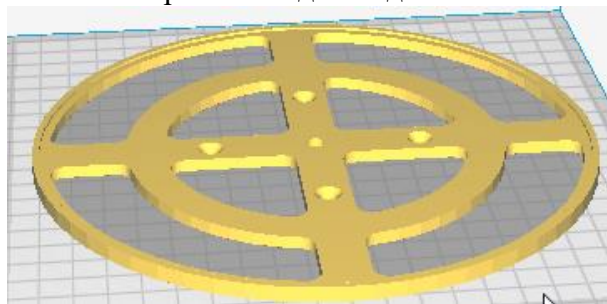
3 – Зубчатая шестерня



4 – Крепление для подшипника



5 – Основание платформы



6 – Подвижная платформа

Рисунок 5. Части механизма

В качестве контроллера управления разрабатываемой модели был выбран модуль регулятора напряжения и мотор с редуктором, у него хватает крутящего момента для поворота платформы. Также для автономности питания в корпус установлен аккумулятор с платой повышения напряжения и контроллер заряда.

Для реализации электронной части проекта «Электрифицированная модель маятника Фуко» была проработана и составлена электрическая схема.

Контроллер управления макетом собран на основе нескольких модулей. Модули закреплены внутри корпуса платформы и осуществлены электрические соединения с помощью проводов.

Детали корпуса макета разработаны и распечатаны на 3D принтере. Печать корпуса макета осуществлялась PETG пластиком. Для обеспечения плавности хода платформа установлена на подшипник 6205. Детали корпуса соединены винтами М3. Его основные размеры – 185x185x300 мм.

Регулятор скорости вращения и кнопка включения выведены в виде отдельного пульта на лицевую, а разъем подключения зарядного устройства и выключатель для удобства выведены на боковую панель корпуса.

Технология работы с макетом следующая: прибор заряжается от зарядного устройства 5 вольт.

На платформу устанавливаются маячки. При нажатии на кнопку пульта начинается вращение платформы (скорость вращения задается переменным резистором).

Инструкция по работе с прибором и его внешний вид приведены в приложении.

Раздел 4. Себестоимость изготовления макета

Для расчета себестоимости изготовления опытного образца проекта «Электрифицированная модель маятника Фуко», C , руб., использовалась следующая формула:

$$C = K + Э, \quad (3)$$

где K – это стоимостью купленных комплектующих, руб.;

$Э$ – это стоимость потребляемой электроэнергии при пайке элементов и сверлении, руб.

Стоимость потребляемой электроэнергии включает в себя стоимости работы сверлильного станка и паяльника.

Стоимость потребляемой электроэнергии при работе на сверлильном станке.

Для расчета стоимости берется потребляемая мощность станка, в данном случае 2,5 кВт, и то время, которое на нем будут работать.

Итоговая стоимость потребляемой электроэнергии при работе сверлильного станка, $Эс$, руб., будем рассчитывать по формуле:

$$Эс = Мс * Кo * Вр * Т \quad (4)$$

где $Мс$ – мощность станка, кВт/час;

$Кo$ – кол-во отверстий для монтажа радиоэлементов;

$Вр$ – время потраченное для высверливания одного отверстия (определяется опытным путем), час;

$Т$ – тарифная стоимость энергии в регионе, руб. кВт/ч (в соответствии с действующими тарифными сетками).

По формуле (4) вычисляем:

$$Эс = 2.5 * 100 * 0,0005 * 5.65 = 0,706 \text{ руб.}$$

Итоговая стоимость потребляемой электроэнергии при работе с паяльником

Для осуществления пайки был выбран электрический паяльник 36В/60Вт ГТО 838-1011.

Итоговая стоимость потребляемой электроэнергии при работе с паяльником, $Эп$, руб., будем вычислять по формуле:

$$Эп = Вт * Т1 * Т, \quad (5)$$

где $Вт$ – потребляемая мощность паяльника, Вт в час;

$Т1$ – фактически отработанное время, час;

$Т$ – тарифная стоимость энергии в регионе, руб. (в соответствии с действующими тарифными сетками).

Время осуществления пайки в зависимости от толщины и массы деталей и может составляет от 1 до 10 секунд. Многие радиоэлектронные компоненты очень критичны к перегреву и не допускают время пайки более 2 секунд.

Время работы паяльника при пайке компонентов:

– Мотор редуктор - 50 секунд

– Переменный резистор - 30 секунд

– Модуль зарядки - 60 секунд

– Модуль регулятора напряжения - 300 секунд

– Аккумулятор - 15 секунд

– Выключатель - 10 секунд

Добавляется дополнительное время для резерва 300 секунд.

$$\text{Итог: } 465 + 300 = 765 \text{ (секунд)} = 12,8 \text{ минут}$$

Также добавляется дополнительное время на подготовку элементов и прочее, примерно 90 мин.

По формуле (5) вычисляем итоговую стоимость:

$$Эп = 0,040 * 1,71 * 5,65 = 0,39 \text{ (руб.)}$$

По формуле (3) вычисляем:

$$C = 1015 + 0,706 + 0,39 = 1016,1 \text{ (руб.)}$$

Итоговая себестоимость изготовления макета «Электрифицированная модель маятника Фуко» составила 1016,1 руб. Расчёт произведён без учёта стоимости работы радиомонтажника и слесарно-сборочных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель данного проекта доказать суточное вращение Земли, а также измерить параметры этого вращения, в частности угловой и линейной скорости вращения на широте города Владимира. Для выполнения поставленной цели использовался маятник Фуко.

В процессе выполнения проекта были изучены принципы работы маятника Фуко, сконструирована экспериментальная установка (маятника Фуко и его измерительную шкалу), проведен эксперимент и измерены соответствующие величины, доказала вращение Земли и были вычислены его параметры, а также сконструирована электрифицированная модель маятника Фуко.

С помощью научного метода было доказано то, что Земля вращается против часовой стрелки (если смотреть с Северного полюса). Рассчитанное значение среднего периода вращения Земли близко к табличным значениям, но, тем не менее, отклоняется от него на 10%.

Были проанализированы возможные причины отклонения полученных результатов от табличных значений. Среди основных причин названы погрешности в юстировки системы и эллиптические движения маятника, вызванные человеческим фактором при его запуске.

Разработанный проект «Электрифицированный макет маятника Фуко» обладает рядом достоинств: низкая себестоимость изделия 1016,1 руб.; автономность, портативность, взаимозаменяемость частей макета, вышедших из строя, функциональность, безопасность.

Из недостатков можно отметить небольшие погрешности, вызванные различными факторами, которые были указаны выше.

В заключении можно сказать, что разработка и использование «Электрифицированного макета маятника Фуко» может помочь в проведении уроков физики, для показа наглядного принципа работы маятника и доказательства вращения Земли.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 107.460092.024-93 «Пайка электромонтажных соединений радиоэлектронных средств. Общие требования к типовым технологическим операциям».
2. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 588 с.
3. Кашкаров А.П. Маркировка радиоэлементов: Справочник. – М.: ИП РадиоСофт, 2010 – 144 с.
4. Рюмик С.М. 1000 и одна микроконтроллерная схема. Вып.1/С.М. Рюмик. – М.: ДодэкаXXI, 2010. – 356 с. : ил. – (Серия «Программируемые системы»).
5. Закон Бэра [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia> (дата обращения 09.08.2024)
6. Перышкин А.В. Физика. 9 кл. :учебник /А.В.Перешкин, Е.М.Гутнмк – М. : Дрофа, 2014. – 319 с.
7. Сила Кориолиса [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia> (дата обращения 09.08.2024)
8. Современные представления о плоской [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia> (дата обращения 00.00.2000)
9. Энциклопедия для детей «Аванта» астрономия. [Электронный ресурс]. (дата обращения 09.08.2024)

10. Энциклопедия для детей «Аванта» физика. [Электронный ресурс]. (дата обращения 09.08.2024)
11. Беседа с проф. д. ф.-м. н. С. И. Блинниковым и к.ф.-м.н. Н.К. Порайко / провела Дойникова Ю.И.

Приложение А

Ход и результаты эксперимента

После подвешивания маятника была проведена юстировка экспериментального оборудования, а именно под центром тяжести груза была установлена измерительная шкала, таким образом, что спица стояла в точке пересечения делений шкалы (см. Рис. 4). Чтобы убедиться, что маятник находится в нужном положении в состоянии покоя, я раскручивала груз так, что спица была перпендикулярно плоскости измерительной шкалы.



Рисунок А.1

После калибровки была проведена серия запусков маятника. Одной из основных помех, которые могут негативно повлиять на результаты эксперимента — эллипсоидные колебания маятника (не связанные с вращением Земли). Такие колебания могут возникнуть из-за движения маятника перпендикулярно плоскости колебаний маятника, вызванные, по большей части, человеческим фактором (в частности дрожанием рук). Во избежание данной помехи перед запуском, маятник привязывали нитью к неподвижной опоре, после чего пережигали нить.



Рисунок А.2

Для запуска были выбраны дни и время суток с минимальными порывами ветра. В ходе поверхностных наблюдений было установлено, что минимальные движения воздушных масс или полное их отсутствие во Владимирской области имеет место быть при заходе солнца. Такие погодные условия были выбраны, потому что сильные порывы

ветра могли вызвать эллиптические колебания маятника, которые не связаны с вращением Земли.

Таким образом, было произведено 10 запусков в двух сериях экспериментов. В ходе первых нескольких запусков я визуально убедилась, в том, что маятник движется в нужном направлении (по часовой стрелке) и проходит расстояние за требуемое время (порядка нескольких минут). После серии качественных экспериментов я перешла непосредственно к количественным измерениям эффекта.

Для того, чтобы зафиксировать момент прохождения одного деления, использовались маркеры (шуропы и иголки на подставках), которые помещались на нашу измерительную шкалу на каждое деление. Таким образом, спица, проходя деление, задевала и опрокидывала маркеры.

Время момента прохождения маятником $0,5^\circ$ засекалось как временной интервал между падениями маркерами, стоящих на двух последовательных делениях. Время засекала с помощью секундомера на телефоне.

Таблица А.1 – Результаты эксперимента

Серия и номер эксперимента	Время прохождения $0,5^\circ$	Угловая скорость маятника Фуко $^\circ/\text{час}$	Угловая скорость Земли $^\circ/\text{час}$	Период вращения Земли	Линейная скорость на широте Владимира км/ч
Боголюбово № 1	2 мин. 56 с.	10,2	12,32	29 час.	772,0
Боголюбово № 2	2 мин. 50 с.	10,6	12,77	28 час.	800,0
Новая Быковка № 1	2 мин. 41 с.	11,1	13,37	26 час.	861,0
Новая Быковка № 2	2 мин. 50 с.	10,6	12,77	28 час.	800,0
Новая Быковка № 3	1 мин. 73 с.	13,5	16,27	22 час.	1018,0
Средние значения	2 мин. 42 с.	11,2	13,50	26,2 час.	850,2

4. Вычисление угловой и линейной скорости Земли.

Из серии опытов я узнала время прохождения $0,5^\circ$ маятником t (см. таблицу), которые могут быть использованы для вычисления линейной скорости вращения Земли на широте г. Владимира, что и является конечной целью моего проекта. В данной части проекта я привожу подробные выкладки подсчёта искомой величины.

Измеренное время прохождения t , приведённые во втором столбце таблицы, можно использовать для вычисления угловой скорости маятника Ω_F , которая рассчитывается по следующей формуле:

$$\Omega^F = \frac{0,5^\circ}{t} \quad (\text{А.1})$$

Рассчитанные величины приведены в третьем столбце таблицы.

В свою очередь, угловая скорость движения маятника может быть выражена через угловую скорость вращения Земли Ω_E и широту местности ϕ

$$\Omega^F = \Omega^E \cdot \sin \varphi$$

↑ Угловая скорость маятника Фуко
 ↑ Угловая скорость вращения Земли
 ↑ Широта местности

Рисунок А.3

С помощью угловой скорости маятника Фуко, можно выразить угловую скорость Земли по формуле:

$$\Omega^E = \frac{\Omega^F}{\sin \varphi} \quad (4)$$

Широта города Владимира равна $56,2^\circ$ (данные из Yandex карт). Рассчитанный синус широты равен 0,83. Результаты подсчёта приведены в таблице 1.

Из угловой скорости можно вычислить период вращения Земли T^E .

$$T^E = \frac{360^\circ}{\Omega^E} \quad (5)$$

Узнав период вращения Земли, приведённый в пятом столбце таблицы, могу вычислить линейную скорость вращения Земли по формуле:

$$v = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T^E} \quad (6)$$

где R – радиус Земли, равный 6371км. Данная формула была выведена с помощью схемы, изображенной на рисунке.

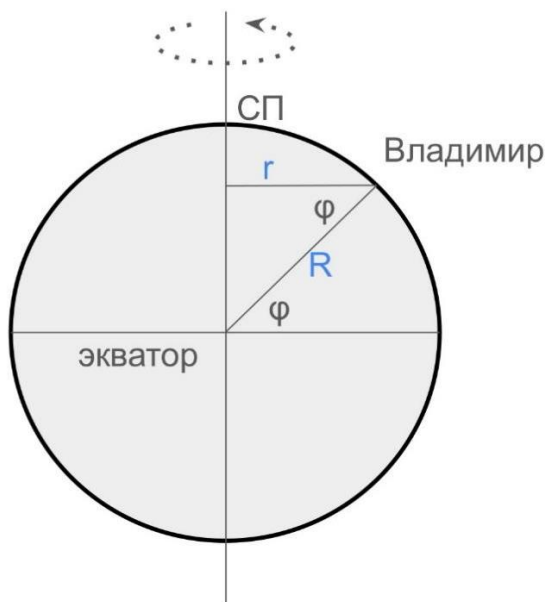


Рисунок А.4

Также в ходе эксперимента были подсчитана длина подвеса, которая в случае малых колебаний прямо пропорциональна квадрату периода маятника T :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \left| \quad l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} \right.$$

Рисунок А.5

Измеренные периоды в п. Боголюбово и д. Новая Быковка $T_1=6\text{с}$ и $T_2=4,6\text{с}$, соответственно. Длина подвеса во время проведения эксперимента в Боголюбове равна 8,9м, в Новой Быковке – 5,3м. Хочется подчеркнуть, что результаты нашего эксперимента не зависят напрямую от величины длины подвеса.

Рассчитанное значение среднего периода вращения Земли близко к табличным значениям, но, тем не менее, отклоняется от него на 10%. Причиной такого отклонения могут служить следующие причины. Как я считаю, основная причина – чрезвычайно сложно устранить толчки маятника в плоскости, перпендикулярной основной плоскости колебаний маятника при его запуске, которые по мере движения маятника вызывают эллиптическое движение. Также нельзя полностью устранить влияние внешних факторов, такое как движение воздушных масс, несмотря на то, что были выбраны дни и время суток, в которые порывы ветра были минимальны. Возможные несовершенства в юстировки маятника могли стать ещё одной причиной искажения результатов эксперимента.

Приложение Б

Материалы и комплектующие

Таблица Б.1 – Перечень элементов

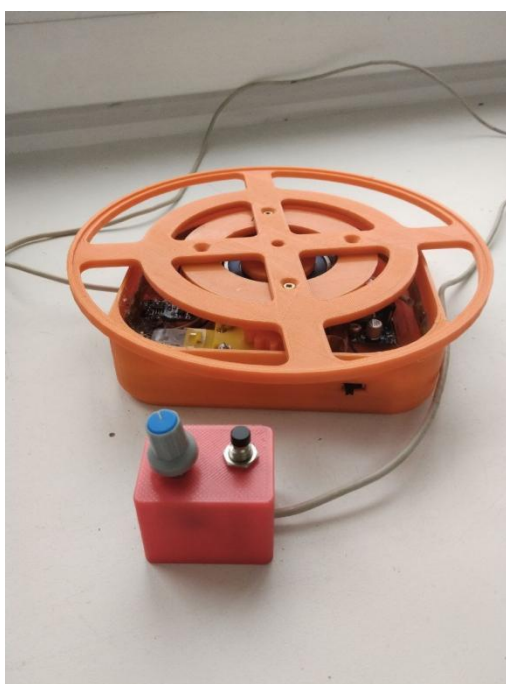
Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
DD1	Модуль регулятора напряжения	1	
DD2	Контроллер заряда TP40656	1	
Кнопка		1	
Резистор переменный	5 кОм	1	
Аккумулятор	3.7 В	1	
Выключатель		1	

Приложение Б.2 – Комплектующие и материалы

№ пп	Наименование	Ед.изм.	Стоимость единицы, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1.	Переменный резистор 5 кОм	шт	20	1	20
2.	Модуль зарядки	шт	100	1	100
3.	Модуль регулятора напряжения	шт	200	1	200
4.	Аккумулятор 18650	шт	150	1	150
5.	Выключатель	шт	12	1	12
6.	Припой и канифоль	кг			10
7.	Пластик для 3D принтера	кг	1000	0,200	200
8.	Винт М3	шт	0.5	4	2
9.	Провода	шт	1	6	6
10.	Подшипник 6205	шт	300	1	300
11.	Кнопка	шт	15	1	15

Припой и канифоль в связи с малым количеством существенно не влияет на стоимость. Условно стоимость припоя может составлять 10 рублей.

Внешний вид макета

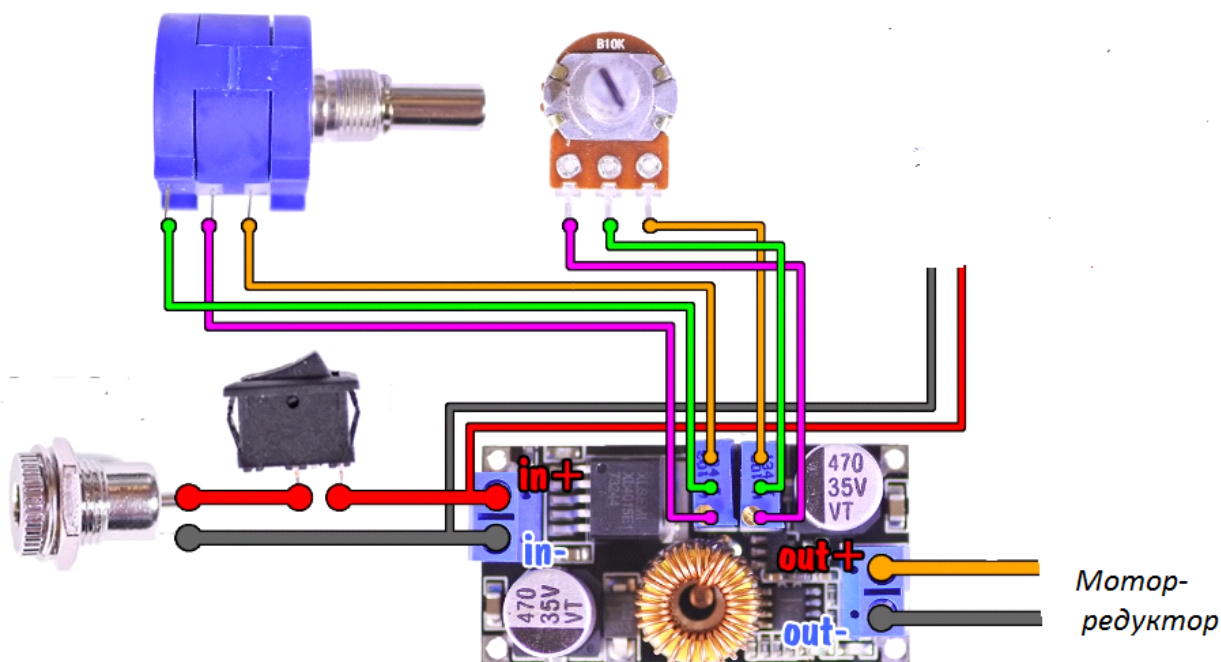


В приборе установлен аккумулятор 3.7 вольт. Для повышения напряжения до 5 вольт используется повышающий преобразователь. Зарядка осуществляется от зарядного устройства 5 вольт через разъем микро USB. При запуске макета маятника Фуко он начинает свободно колебаться в одной плоскости. Это происходит из-за инерции: когда маятник начинает движение, он сохраняет свою начальную плоскость качания. Со временем плоскость качания маятника медленно поворачивается. Это происходит из-за вращения платформы под качающимся маятником. Наблюдателю кажется, что сам маятник изменяет направление своего движения, на самом деле это платформа вращается под маятником.

На макете можно заметить, что плоскость поворачивается, благодаря маркерам, стоящим по краям платформы. Поворачиваясь, маятник сбивает их.

Приложение Г

Схема электрическая принципиальная



ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА САМОЛЕТНОГО ТИПА

Золотов Глеб Андреевич,
обучающийся 10 класса,
МБОУ «СОШ № 9» г. Вязники
Руководитель
Шкурин Дмитрий Николаевич,
учитель информатики
МБОУ «СОШ № 9» г. Вязники

Актуальность

Сельское хозяйство – это древнейшая отрасль на нашей планете и является важным стратегическим и экономическим показателем.

Нельзя забывать про главную проблему человечества — перенаселение. Большинство статей о сельском хозяйстве начинаются именно с прогнозов роста численности населения Земли — 8,5 млрд. человек к 2030 и 10 млрд. — к 2050 г. [1] (Рис.1)

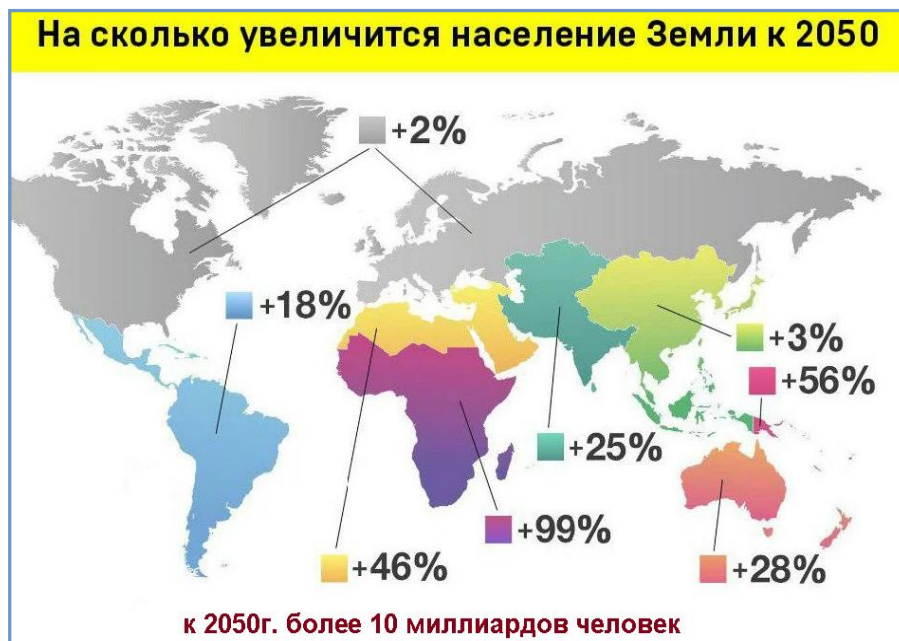


Рисунок 1. На сколько увеличится население Земли к 2050 г. Самая большая по территории страна – Россия [1] (Рис.2).

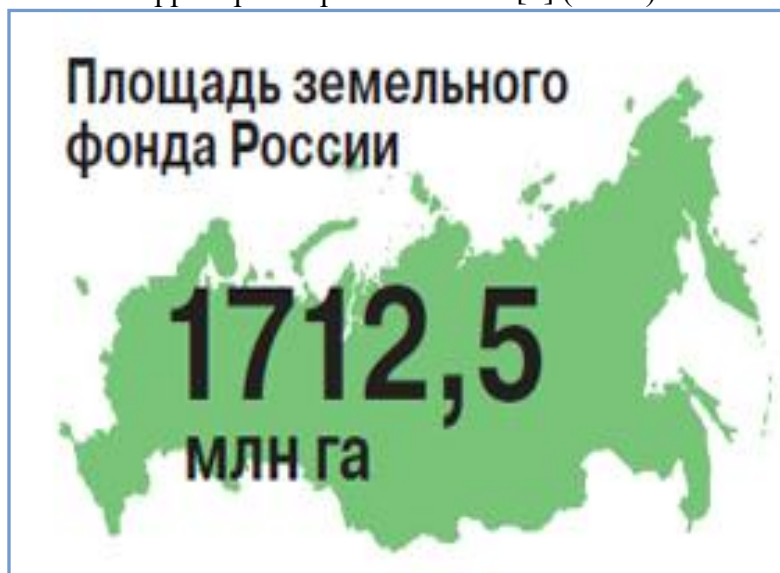


Рисунок 2. Площадь земельного фонда России

Но посевные площади снижаются, в первую очередь от нехватки людей, готовых заниматься сельскохозяйственной деятельностью [1] (Рис.3).

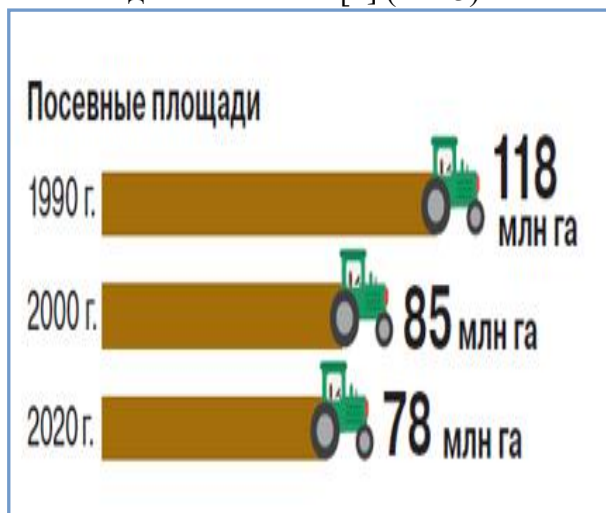


Рисунок 3. Статистика по посевным площадям.

В тоже время экспорт сельхозпродукции из России в другие страны постоянно растет и в 2021 г. составлял 8% от всего экспорта России. Для примера, экспорт вооружений составлял 3% [1] (Рис.4).



Рисунок 4. Экспорт России за 2021 г.

По статистике 76 300 км² сельхозземель в России, на данный момент не используется [2] (Рис.5).

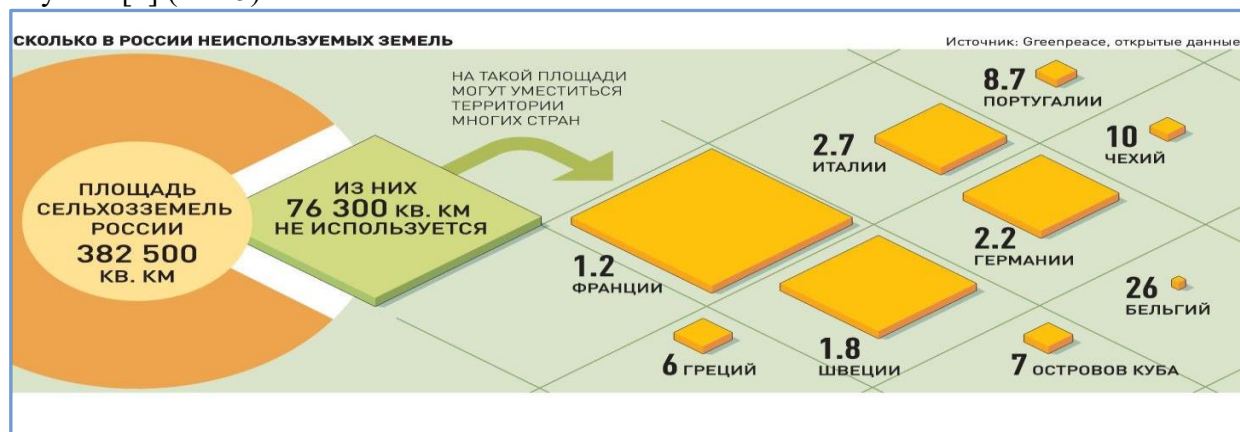


Рисунок 5. Сколько в России неиспользуемых сельхозземель

В тоже время, доля КФХ в производстве продукции АПК % постоянно растет [3]. (Рис.6)

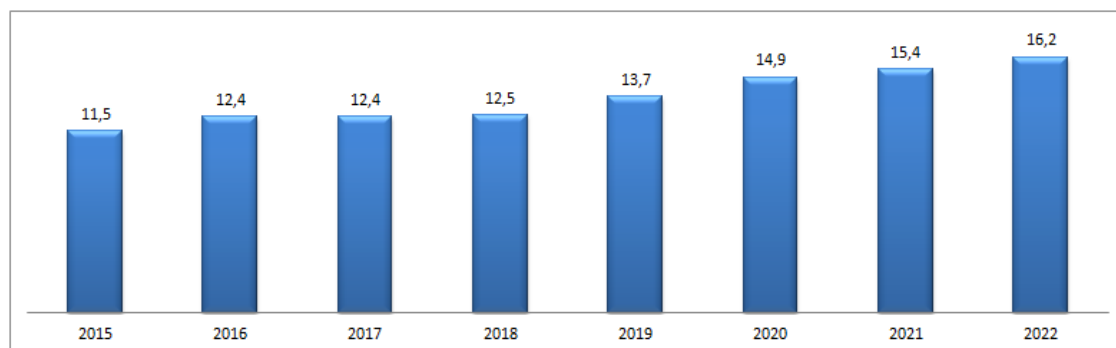


Рисунок 6. Доля КФХ в производстве продукции АПК %

В современном мире сельское хозяйство претерпевает революцию, становясь все более технологичным и эффективным благодаря внедрению передовых цифровых технологий. Одной из ключевых инноваций, существенно повышающих производительность и

управляемость сельскохозяйственных процессов, являются беспилотные летательные аппараты.

Цель проекта

Спроектировать и собрать беспилотный летательный аппарат самолетного типа, который:

- может быть разведывательным,
- грузоподъемность не менее 300 грамм,
- имеет систему для распыления удобрений
- автономный полет длительностью не менее 30 мин.

Задачи проекта:

1. Изучить литературу по данной теме.
2. Спроектировать БПЛА самолетного типа.
3. Произвести расчеты взлетных характеристик БПЛА.
4. Изготовить БПЛА самолетного типа.
5. Экспериментально подтвердить взлетные характеристики БПЛА.
6. Разработать алгоритмы работы БПЛА.
7. Провести летные испытания БПЛА.
8. Произвести экономические расчеты.

Гипотеза:

Если спроектировать БПЛА с заданными характеристиками, то будет возможность использовать его в различных сферах деятельности крестьянско-фермерского хозяйства.

Планирование работ по проекту

Для отслеживания работ по нашему проекту я создал диаграмму Ганта (Рис.7).

	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
1 Поиск темы проекта.							
2 Актуальность темы							
3 Разработка целей проекта							
4 Теоретическое исследование							
5 Разработка нашего предложения							
6 Моделирование БПЛА на компьютере							
7 Сборка модели							
8 Летные испытания собранной модели							
9 Разработка функциональной схемы БПЛА							
10 Разработка функциональной схемы камеры наблюдения							
11 Экономические расчеты							
12 Оформление проекта							
13 Защита проекта							

Рисунок 7. Диаграмма Ганта проекта

Теоретическое исследование

БПЛА начали привлекать для помощи фермерам с 2010-х гг. За эти годы беспилотная сельскохозяйственная авиация набрала популярность во всём мире. На этом фоне в России утвердили параметры 3-летнего эксперимента по внедрению сельскохозяйственной беспилотной авиации в 12 регионах. Соответствующее Постановление от 16.09.2023 № 1510 подписал премьер-министр Михаил Мишустин. Наибольшее распространение с/х дроны получили в США, Канаде, Китае, Японии, Бразилии и многих странах ЕС.

№ п.п.	Наименование	AgEagle RX60	Trimble UX5	DJI Agras T30	XAG XPlanet XP2022
1	Страна производитель	США	Франция	Китай	Китай
2	Тип БПЛА	самолетный	Самолетный	гексокоптер	квадрокоптер
3	Сбор данных	+	+	+	+
4	Уникальное ПО	+	+	+	+

5	Бак для опрыскивания (л)	-	-	30	20
6	Цена (руб.)	2 300 000	1 564 000	4 500 000	5 000 000

Мое предложение

Проанализировав собранную информацию по БПТС, я сделал вывод, что активно ведутся разработки в данном направлении и выяснили что отзывы по данным разработкам положительные. Мной было принято решение, что я буду разрабатывать модель малого БПЛА самолетного типа для фермерских хозяйств.

Я предлагаю следующее:

1. Разработать БПЛА самолетного типа с электродвигателем, который будет запускаться либо с руки, либо с взлетной полосы малой длины.
2. Разработать механизмы для установки видеокамеры и системы распыления удобрений (или посев семян).
3. Разработать алгоритм управления полетом БПЛА.

Моделирование БПЛА

В программе Компас я создал модель БПЛА (Рис. 6, Рис. 7).

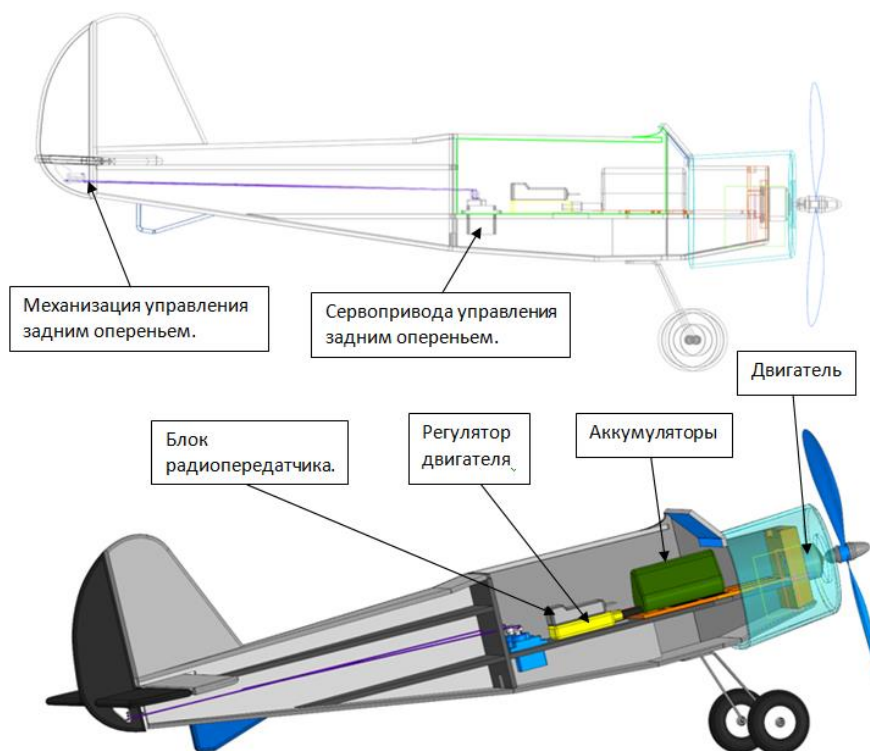


Рисунок 6. Модель БПЛА самолетного типа

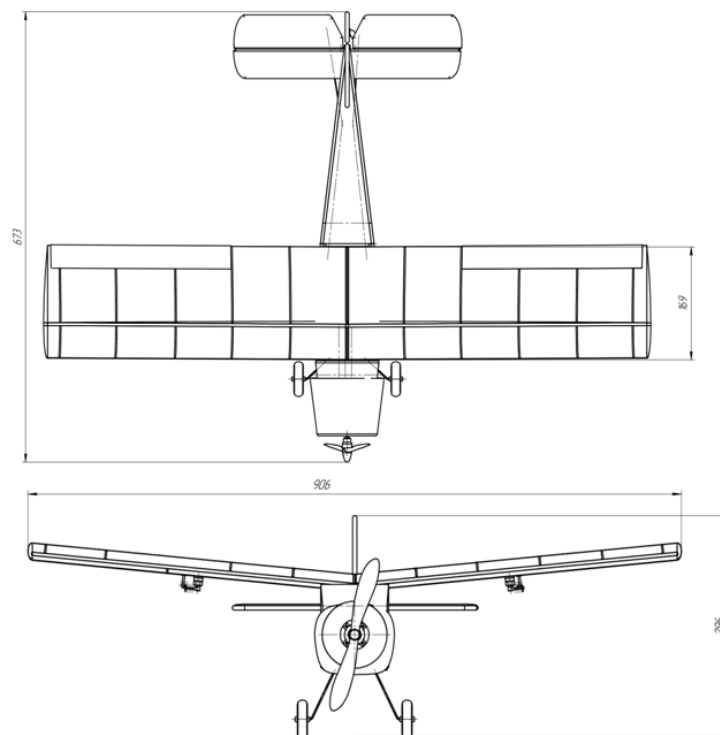


Рисунок 7. Размеры БПЛА самолетного типа

С помощью компьютерного моделирования обтекания крыла (Рис. 7) я определил профиль крыла и выбрал его геометрическую форму (Рис. 8).

Для расчета и компьютерного моделирования были приняты следующие граничные условия:

- Угол атаки крыла - 10°
- Скорость обтекания потока воздуха – 10 м/с.

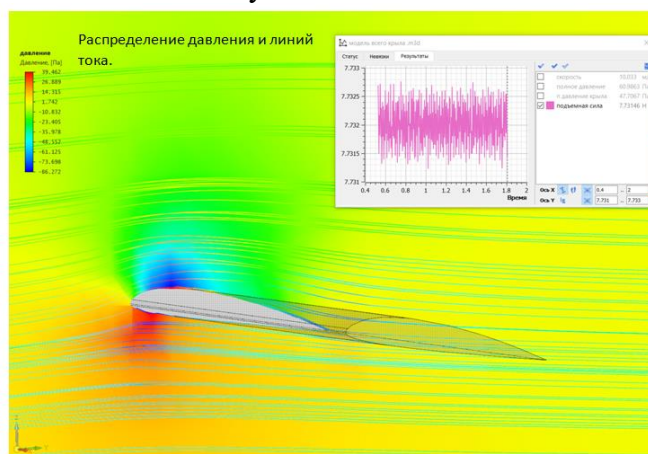


Рисунок 7. Компьютерное моделирование части крыла

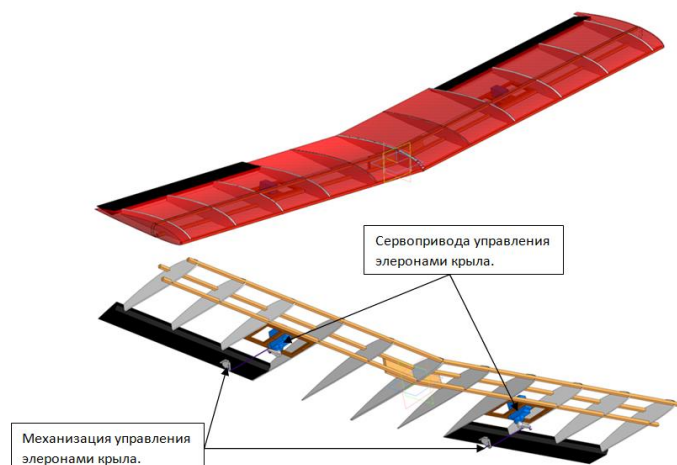


Рисунок 8. Модель крыла

Я решил экспериментально определить подъемную силу крыла. Для этого создали стенд и провели испытания (Рис. 9).



Рисунок 9. Стенд для испытаний

Результаты экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Экспериментальные данные изучения обтекания части крыла

Угол атаки крыла (град.)	Изменение массы при разных скоростях потока (г.)		Подъемная сила при разных скоростях потока (Н)	
	8.6 м/с	6.2м/с	8.6 м/с	6.2м/с
20	8	6	0,0785	0,0589
10	6	4	0,0589	0,0392
0	0	0	0,0000	0,0000
-10	-2	-2	-0,0196	-0,0196
-20	-6	-4	-0,0589	-0,0392

Я построили график зависимость подъемной силы от угла атаки при разных скоростях потока для участка крыла (Рис. 10).

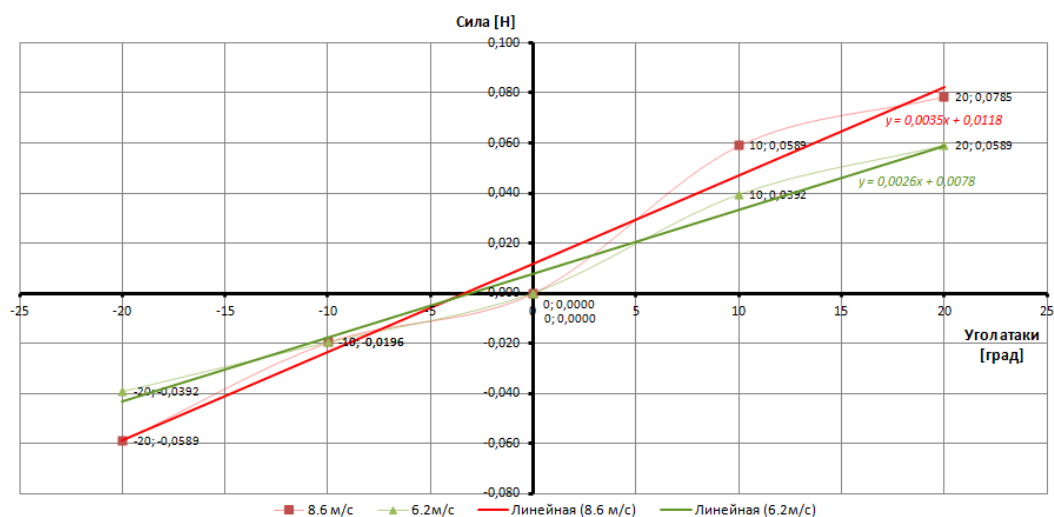


Рисунок 10. График зависимости подъемной силы от угла атаки крыла.

Также я произвел расчет части крыла с помощью компьютерного моделирования (Рис.11).

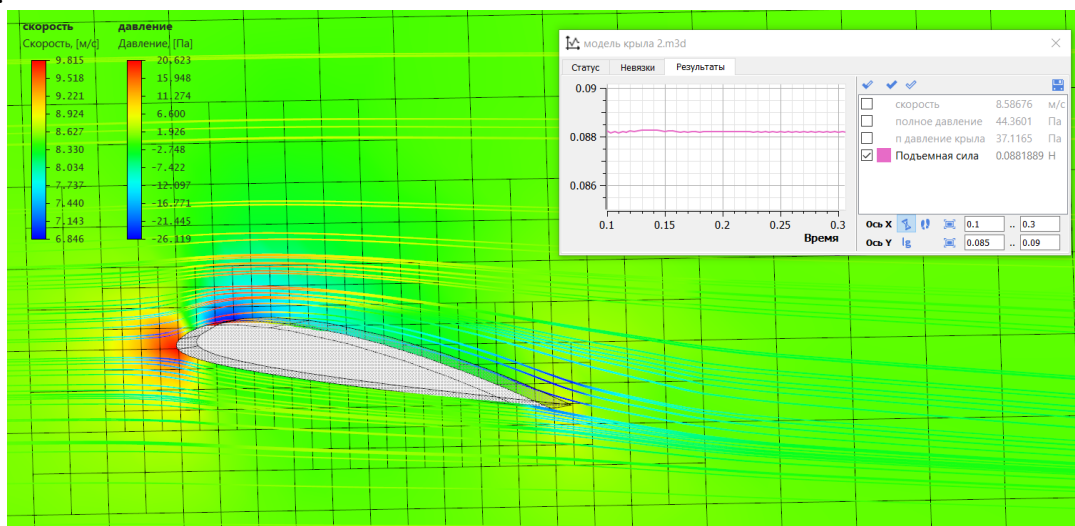


Рисунок 11. Расчет части крыла

С помощью компьютерного моделирования и экспериментов я пришел к выводу, что полная подъемная сила крыла при заданных условиях составляет 7,73Н (788 грамм).

Для сборки нашей модели БПЛА нам потребовались следующие компоненты:

- **Элементы управления:** пульт FlySky-i6, регулятор оборотов (30А), приемопередатчик FlySky-i6 (на шесть каналов);
- **Механика:** бесколлекторный мотор A2212, сервопривод SG 90 (4 шт.), проволока (Ø 1 мм), воздушный двухлопастной винт 8×6;
- **Детали крепления:** цанга крепления воздушного винта, проволока (Ø 2 мм)
- **Материал для моделирования:** лист пенополистирола (A0), скотч, деревянные рейки;
- **Источник энергии:** аккумулятор (11,7В; 3 Ач)

Собранный БПЛА (Рис.11).



Рисунок 11. Собранный БПЛА

После сборки и комплектования (аккумулятор и видеокамера) БПЛА я взвесил его. Масса БПЛА – 400 грамм. Полная подъемная сила крыла 7,73 Н ($\approx$ 788 гр.) Дополнительно можем поднять $788 - 400 = 388$ (грамм).

Я провел эксперимент. Мой БПЛА взлетел с дополнительным грузом 400 грамм (Рис.12).



Рисунок 12. Взлет БПЛА с дополнительным грузом 400 грамм

Также я получил и изображение с видеокамеры нашего БПЛА во время полета.

Функциональная схема БПЛА

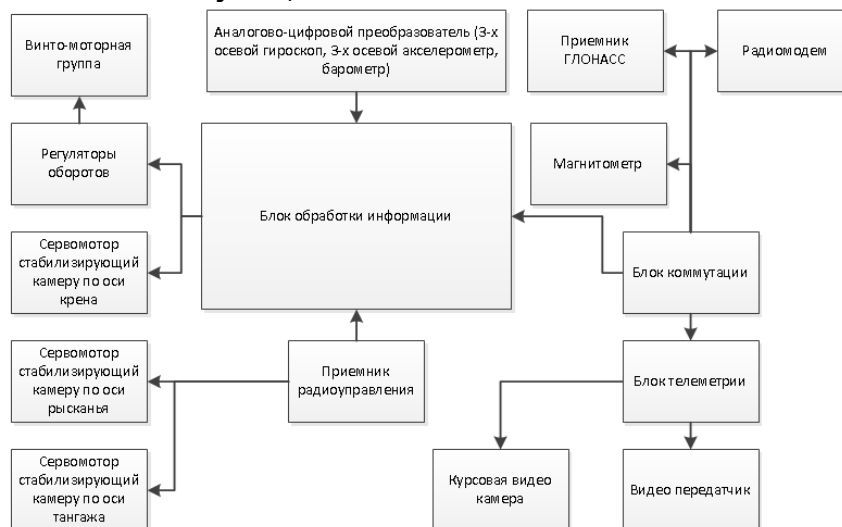


Рисунок 13. Функциональная схема БПЛА

Экономические расчеты

Для создания нашего БПЛА нам потребовались следующие материалы и комплектующие (Таблица 3.).

Таблица 3

Материалы и комплектующие для сборки БПЛА

№ п.п.	Наименование	Кол-во	Цена (руб.)	Сумма (руб.)
1	Электромотор	1	750,00	750,00
2	Регулятор оборотов	1	200,00	200,00
3	Аккумулятор	1	1 000,00	1 000,00
4	Материал (полипропилен, скотч, рейки деревянные, клей, проволока, крепеж)	1	500,00	500,00
5	Сервоприводы	4	100,00	400,00
6	Дистанционный пульт управления	1	4 000,00	4 000,00
7	Модуль приема передачи сигнала	1	350,00	350,00
8	Камера для FPV	1	750,00	750,00
9	Система распыления	1	3 000,00	3 000,00
Итого				10 950,00

Проанализировав информацию о стоимости услуг по распылению удобрений (а в основном это стоимость работ от 200 руб. за 1 гектар) я пришел к выводу:

на досках объявлений названы только некоторые из компонентов эксплуатационных расходов. Топливо + амортизация + ремонт/обслуживание + запчасти + з/п операторов + прочие, связанные расходы. Я полагаю, что это должна быть какая-то "совокупная цифра", рассчитанная, например, по итогам года, если ведётся соответствующий учёт, однако, судя по ответам в теме, можно предварительно понять, что такой учёт никто не ведёт и реальных цифр никто не имеет. То есть заявляемые 200 руб./га практического смысла не несут.

Мы можем сосчитать, во сколько обойдется эксплуатация нашего БПЛА. Предположим, что после модернизации нашего самолета (сделаем побольше площадь крыла, поставим помощнее мотор и пр.), мы сможем поднять дополнительно 10 кг (внесение удобрений в основном менее 10 л/га).

Нам надо обработать 1 гектар. Скорость движения БПЛА 70 км/ч. За один пролет будет обработана полоса, шириной 5 м. На обработку 1 гектара (100*100 метров) потребуется 20 пролетов. При скорости движения 70км./ч. На это понадобится примерно 103 секунды. Периодичность внекорневой подкормки – 3-4 раза в месяц. Обработка растений от вредителей - 2-3 раза в месяц. Итого минимум 5 раз в месяц мы обрабатываем наше поле в один гектар. На это мы тратим $5 * 103(\text{секунд}) = 515(\text{секунд})$. Вегетация растений в среднем 3 месяца. $3 * 515 = 1545(\text{секунд})$ за сезон. Стоимость модернизированного БПЛА не будет превышать 50000 руб. Отсюда следует $50\,000(\text{руб.}) / 1545(\text{секунд}) = 32,4 \text{ руб./сек.}$ Т.е. мы пришли к выводу, что собственный БПЛА фермеру выгоден.

Преимущества и недостатки БПЛА самолетного типа

Плюсы использования дронов для опрыскивания полей:

- эффективность и точность. Обеспечивают высокую степень точности при опрыскивании полей;
- сокращение затрат. Внедрение агродронов может снизить операционные расходы за счет уменьшения необходимости в трудовых ресурсах и топливе;
- скорость и маневренность. БПЛА способны оперативно обрабатывать большие участки земли и легко маневрировать в труднодоступных местах;

- минимизация риска для операторов. Поскольку БПЛА работают в автономном режиме, риск для здоровья операторов, связанный с контактом с химическими веществами, значительно снижается.

Минусы:

- высокие инвестиционные затраты;
- ограниченная грузоподъемность;
- технические проблемы,
- регулирование и законодательство. Существуют ограничения и правила, регулирующие использование дронов в различных регионах.

В целом, несмотря на вызовы, применение беспилотников в сельском хозяйстве представляет собой перспективное направление, способное улучшить эффективность производства и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

С развитием технологий и снижением стоимости оборудования можно ожидать повсеместного распространения этого инновационного подхода в сельском хозяйстве.

Заключение

Создание собственного БПЛА требует знаний в области авиации, аэродинамики, электроники и программирования. При разработке такого типа БПЛА необходимо учесть множество факторов, таких как автопилот, системы навигации, бортовые системы связи и безопасности.

Разработка БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) самолетного типа является интересной и сложной задачей, но я с ней справился. Ключевые шаги, которые я прошел при разработке:

1. Изучение требований и определение целей: определили, для чего нам нужен БПЛА самолетного типа. У меня БПЛА – распылитель удобрений, но это может быть аэрофотограмметрия, геодезия, мониторинг, доставка.
2. Проектирование внешней оболочки и аэродинамики: основываясь на целях и требованиях, создал эффективную и устойчивую аэродинамическую оболочку.
3. Выбор подходящих материалов: для создания БПЛА самолетного типа выбрали легкие, но прочные материалы, которые обеспечат надежность аппарата.
4. Установка системы радиуправления: радиуправление, а в дальнейшем разработка системы автопилотирования является одним из ключевых компонентов для управления БПЛА самолетного типа. Система должна обладать хорошей системой навигации, определением положения и контролем полета.
5. Интеграция бортовой электроники: нам потребовалась электроника для управления двигателем, системой коммуникации и набором инструментов для сбора данных.
6. Тестирование и настройка: после создания прототипа я провел тесты в различных условиях, чтобы убедиться в правильной работе всех систем и компонентов.

Библиография

1. <https://top-rf.ru/servis.html>
2. Кузнецов Г.А., Кудрявцев И.В., Крылов Е.Д. Ретроспективный анализ, современное состояние и тенденции развития отечественных беспилотных летательных аппаратов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2022. №9.
3. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика // Съёмка с воздуха URL: https://rusdrone.ru/blog/arkhiv/bespilotnye-letatelnye-apparaty-teoriya-i-praktika/?sphrase_id=501 (дата обращения: 12.12.2023).
4. Кузнецов Г.А. Беспилотные летательные аппараты с поршневыми двигателями: история создания, применение и перспективы развития. Научное обозрение, 2019, № 3, с. 40–45.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

Ефимова Виктория
Владимировна,
обучающаяся 10 класса
МБОУ «СОШ № 16» о. Муром.
Руководитель Стукалова Наталья
Владимировна,
учитель труда (технологии)
МБОУ «СОШ № 16» о. Муром

Паспорт проектной работы	
Название проекта	Разработка концепции системы безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах
Автор проекта	Ефимова Виктория Владимировна
Руководитель	Стукалова Наталья Владимировна
Территория реализации	Россия, Владимирская область, г. Владимир, ул. Чайковского д.9/30
Цель	Разработка масштабной и яркой идеи системы безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах, которая будет обеспечивать безопасность пешеходов, снижая уровень аварийности и смертности на дорогах
Задачи	1. Анализ существующих решений 2. Поиск формы и материала 3. Разработка проекта 4. Работа с эскизами 5. Построение чертежей 6. 3D-моделирование 7. Составление сметы 8. Перспективы проекта
Описание продукта	Общая концепция представляет собой: невысокий столб с кнопкой, расположенный перед пешеходным переходом; электромеханические болларды, которые до нажатия на кнопку находились в специализированных боксах, расположенных внутри дорожного полотна; звуковой датчик

Введение

Актуальность работы: по данным ГИБДД по Владимирской области за последние 3 года произошло от 1600 до 1700 случаев ДТП ежегодно, причем с тенденцией на повышение, а число пострадавших стабильно – 160-170 человек. Самым частым местом таких ДТП является пешеходный переход, а именно нерегулируемый. Если смотреть в общем по стране, то мы увидим, что во Владимирской области зафиксирован рост ситуаций ДТП с участием пешеходов, соответственно это является проблемой и в своём проекте я разработаю пути решения этой проблемы.

Цель работы: разработка масштабной и яркой идеи системы безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах, которая будет обеспечивать безопасность пешеходов, снижая уровень аварийности и смертности на дорогах.

Задачи работы:

1. Анализ существующих решений
2. Поиск формы и материала
3. Разработка проекта
4. Работа с эскизами
5. Построение чертежей
6. 3D-моделирование
7. Составление сметы
8. Перспективы проекта

Характеристика личного вклада автора проекта:

Я оценила степень изученности вопроса безопасности дорожного движения во Владимирской области и сделала вывод о том, что существует тенденция на повышение аварийности и смертности пешеходов на дороге. Кроме того, изучила возможные варианты решения проблемы, выявила их эффективность в условиях нашего региона, положительные и отрицательные стороны.

Разработка концепции системы безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах

Подготовительный раздел

Обзор существующих решений и их анализ: на просторах интернета я увидела несколько инновационных идей для пешеходных переходов (фото в приложении 1 и 2) и выделила плюсы, которые я использую в своем проекте и минусы, которые исправлю.

Анализируем «Голографический светофор». Данный объект представляет собой трехмерную светопроjection светофора или знака «Движение без остановки запрещено» с использованием светового поля, издаваемое оптическим излучением. Из плюсов я выделила яркость и масштабность, которые «бросаются в глаза» и водитель явно не проигнорирует такой объект и обратит на него внимание. Из минусов, голографический светофор никогда не остановит транспорт на 100%, т.е. если водитель куда-либо торопится он проедет через него и не исключено, что ДТП с участием пешехода всё-таки случится.

Анализируя «Яркий пешеходный переход», который представляет собой непосредственно сам пешеходный переход, окрашенный в яркие цвета или рисунки, я пришла к тем же плюсам и минусам. Итог анализа: объект должен быть броским, масштабным и останавливать транспорт в абсолютно всех ситуациях.

Идея проекта: Общая концепция системы безопасности представляет собой следующее: перед пешеходным переходом установлен невысокий столб, на котором расположена кнопка. Человек подходит к переходу, смотрит на кнопку и если она горит зелёным цветом, то он на нее нажимает (если красным, то это значит, что на кнопку нажимать нельзя) и ждет 15 секунд, после чего начинает переход дороги. Что происходит за эти 15 секунд?

В течении 10 секунд на электромеханических столбиках, которые до нажатия на кнопку находились в специализированных боксах, расположенных внутри дорожного полотна, начинает мигать жёлтый цвет, символизирующий начало подъема столбиков, в этот момент водители должны остановиться. В следующие 5 секунд столбики поднимаются, после чего человек начинает переходить дорогу, на это у него есть 40 секунд. По истечению этого времени столбики опять начинают мигать на протяжении 10 секунд, после чего начинают опускаться, затем машины смогут продолжить движение.

Кроме того, не забываем про наличие специального транспорта, который имеет преимущество при включенном проблесковом маячке и звуковом сигнале. Болларды наделены звуковыми датчиками, которые в радиусе 1 км улавливают сигнальный звук и «блокируют систему». Это значит, что если болларды находились над землей, то они независимо от того, сколько времени прошло, уходят под землю в специализированные боксы, а если они на момент срабатывания блок-системы изначально там находились, то просто блокируется кнопка вызова подъема боллардов. Время работы блок-системы 3 минуты, предполагается, что этого времени хватит для проезда специального транспорта.

Такое решение с большей вероятностью остановит транспорт, чем его аналоги.

Практический раздел

Реализация проекта

Построение технического рисунка болларда, эскиза системы безопасности (приложения 3, 4, 5).

Поиск материалов

Для функционирования болларда необходимы следующие материалы: светоотражающая лента, звуковой датчик, кабели для подключения.

Для сборки самого корпуса можно использовать несколько видов материала: сталь или капролон (пластик). От того, какой материал использовать будет зависеть себестоимость продукта.

Капролон устойчив к действию щелочей, разбавленных кислот, спиртов, эфиров, кетонов. Обладает масло и бензостойкостью, следовательно, на дороге не будет окисляться и в целом, прослужит долго.

Сталь, в свою очередь, при правильной эксплуатации может служить 50–70 лет. Оцинкованная сталь устойчивее к коррозии, что продлевает нормативное время эксплуатации.

3D-моделирование выполнено в программе Fusion 360 (приложение 6).

Экономическое обоснование проекта

1 вариант	
Светоотражающая лента	384 рублей
Звуковой датчик	11 182 рубля штука
Кабели для подключения	354 рубля штука
Сталь (оцинкованная)	50 780 рублей

Себестоимость одного болларда 62 700 рублей. Но также, стоит учитывать оплату рабочим за установку и присоединение болларда к городской системе.

2 вариант	
Светоотражающая лента	384 рублей
Звуковой датчик	11 182 рубля штука
Кабели для подключения	354 рубля штука
Капролон (Полиамид ПА-6) пластины (пластина 20 мм 1000x1000 мм, вес ~32 кг)	11 850 рублей штука

Себестоимость одного болларда 23 770 рублей. Но также, стоит учитывать оплату рабочим за установку и присоединение болларда к городской системе. Второй вариант экономически выгоднее.

Заключение

В дальнейшем моя цель – распечатать боллард на 3D – принтере, выявить ошибки и недочеты, которые впоследствии будет необходимо исправить. Так же более точная работа с разработкой устройства болларда, встречи и беседы с инженерами, с целью доработки. После встречи с инженерами возможен перерасчет сметы проекта.

Список литературы

1. [Как выбрать болларды: виды и преимущества](#)
2. [Светофор-голограмма](#)
3. [Светофор под ногами](#)
4. [Статистика ГИБДД](#)
5. [Хроника ДТП](#)

Приложение 1

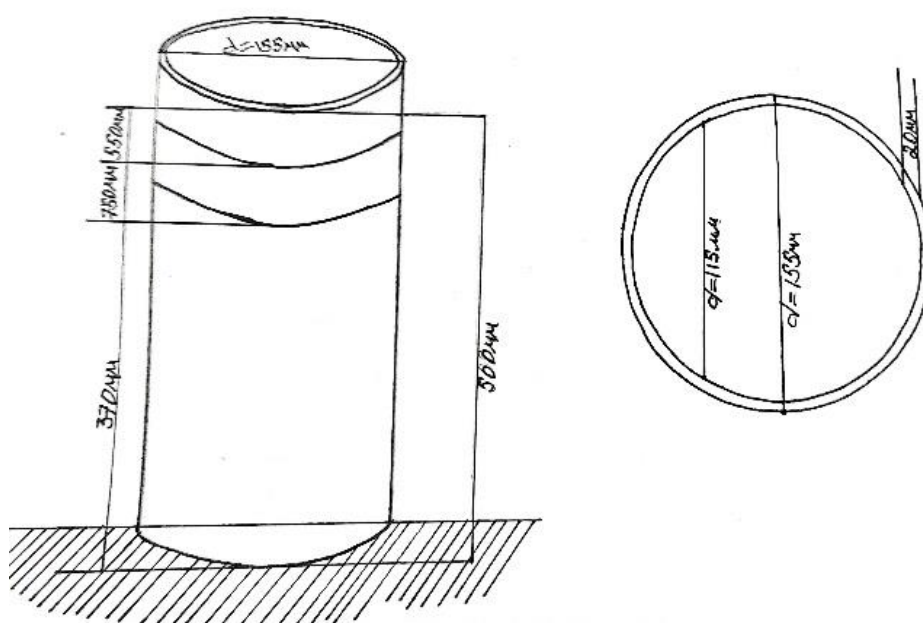


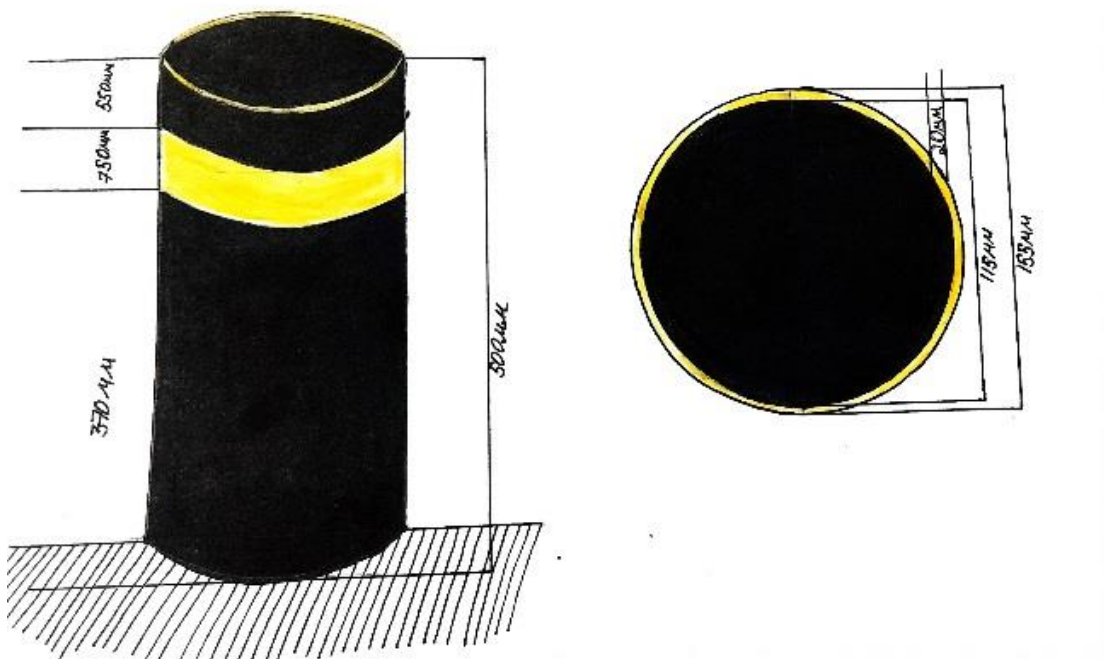
«Яркий пешеходный переход»



«Голографический светофор»

Приложение 3-5



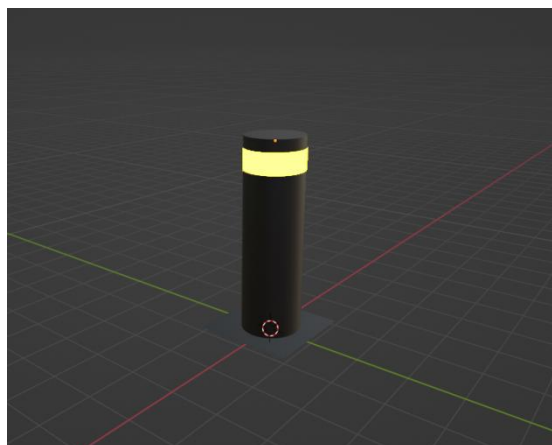


Технический рисунок болларда



Эскиз системы безопасности

Приложение 6



3D модель болларда

РОЛЬ ЧАСТНОГО МУЗЕЯ РУССКОЙ ИКОНЫ В РАЗВИТИИ КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОГО И АМЕРИКАНСКОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ РУССКОГО МУЗЕЯ ИКОНЫ В Г. КЛИНТОН США И МУЗЕЯ ВЛАДИМИРСКОЙ ИКОНЫ В Г. ВЛАДИМИРЕ)

Кравченко Пётр Игоревич, обучающийся 11
«А» класса МБОУ г. Владимира «ОЦДО
«Прогресс».

Руководитель Федосеева Анна
Александровна, учитель английского языка
МБОУ «ОЦДО «Прогресс» г. Владимира

Введение

Приобщаясь к памяти веков...

Актуальность. Сегодня во всем мире большинство музеев являются государственными, при этом растет количество частных музеев, которые созданы и работают благодаря частной инициативе (за счет средств учредителей или инвесторов).

Немногие знают о том, что в США есть уникальный частный Русский музей иконы, где выставлялась чудотворная икона «Богоматерь Владимирская», а в России в г. Владимире существует уникальный в России частный музей – Музей Владимирской иконы. Уникальность музея заключается в том, что это первый в России музей, посвященный образу Богоматери Владимирской, с постоянной экспозицией из 126 икон. Так получилось, что основатель Музея Владимирской иконы – Игорь Кравченко, мой папа. Именно поэтому данное исследование является для меня особенно актуальным.

Проблема. Несмотря на многообразие частных музеев в России и США, многие из них имеют коммерческую или развлекательную направленность. Но есть уникальные музеи, которые оказывают заметное влияние на развитие культуры городов (особенно провинциальных). Однако, ряд проблем препятствует включению частных музеев в единое музейное пространство России. В связи с тем, что отсутствует статистическое наблюдение за частными музеями, необходимо постоянно напоминать государству и общественности о необходимости поддержки частных музеев в России, представляя уникальный опыт деятельности частных музеев по сохранению мирового культурного наследия.

Цель исследования: показать роль частного музея русской иконы в развитии культуры города через сравнительный анализ опыта работы частных музеев РФ и США, а также организацию выставки в частном музее и проведение авторской рекламно-ознакомительной видео-аннотации по музею Владимирской иконы для установления партнерских связей между музеями.

Задачи исследования:

- 1) Изучить положение частных музеев в РФ и США;
- 2) Провести сравнительный анализ деятельности Русского музея иконы в г. Клинтон США и Музея Владимирской иконы в г. Владимире;
- 3) На основе изученной информации организовать выставку в частном музее и провести авторскую рекламно-ознакомительную видео-аннотацию по музею Владимирской иконы с целью повышения престижа частного музея и установления партнерских связей с Русским музеем иконы в г. Клинтон (США);
- 4) Привлечь внимание государства и общества к уникальному Музею Владимирской иконы в г. Владимире.

Объект исследования: Русский музей иконы в г. Клинтон США и Музей Владимирской иконы в г. Владимире.

Предмет исследования: особенности работы Русского музея иконы в г. Клинтон США и Музея Владимирской иконы в г. Владимире.

Методы исследования: поисковый, описательный, сопоставительный.

Источниками исследования послужили статьи в научных журналах по проблематике частных музеев в РФ и за рубежом, информация официального сайта Русского музея иконы в г. Клинтон США, материалы американской периодической печати, материалы и документы из личного архива семьи Игоря Кравченко.

Исследователи частных музеев все чаще обращают внимание на ряд преимуществ частных музеев перед государственными. Частные музеи более мобильны в обновлении коллекций, налаживании коммуникаций, привлечении инвестиций, имеют возможность быстрее и проще создать новые экскурсии, семинары и другие мероприятия. Частные музеи влияют на экономику через привлечение инвестиций, работу на аукционах. Пополнение коллекций частных музеев, в отличие от государственных, может происходить через аукцион.

Научная новизна исследования состоит в том, что автором впервые предпринята попытка проанализировать опыт работы частных музеев русской иконы в РФ и США и показать их вклад в развитии культуры небольшого города на примере г. Владимира и г. Клинтона. **Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что автором собран и представлен уникальный материал о работе Музея Владимирской иконы в г. Владимире. **Практическая ценность** состоит в том, что автор предлагает рекламный продукт, который способствует повышению престижа частного музея русской иконы, демонстрируя его важную роль в развитии культуры небольшого города.

Гипотеза исследования: частные музеи русской иконы в г. Клинтоне и г. Владимире приобретают все большее влияние в сфере музеев, как в РФ, так и в США благодаря своей выставочной, образовательной, социальной деятельности, способствуя созданию позитивного имиджа города в своей стране и за рубежом через представление культуры страны и ее достижений.

Хронологические рамки исследования: июнь 2024-январь 2025 гг.

Глава I. Частные музеи в РФ и США

1.1. Возникновение частных музеев в США

Тенденция широкого распространения частных музеев зародилась в США. Пример этой страны показателен и с исторической, и с правовой точек зрения.

Говоря о США, следует отметить, что создание подобного рода экспозиций не такое новое явление. Например, еще в 1931 году владелица обширной коллекции американского искусства Гертруда Вандербильт Уитни открыла собственный музей после того, как ее собрание отказался принять в дар Метрополитен. В 60–80-х годах в стране было основано 25 частных музеев, еще 25 — в 90-е годы. Тем не менее настоящий расцвет частного музейного дела пришелся на 2000-2013 год (открылось 167 музеев нового типа). До этого переломного момента уже многие десятилетия существовала практика дарения предметов из частных коллекций государственным и общественным музеям.

Причина для массового распространения частных музеев в США была довольно прозаичной. В 2006 году вступил в силу закон о защите пенсий, который отменял налоговые льготы для тех, кто «на бумаге» передавал свои коллекции музеям, оставляя предметы искусства у себя дома.

Создание частных экспозиций стало популярно еще и потому, что подаренные государственным музеям предметы в большинстве случаев оседали в запасниках. Традиционные музеи, имеющие ограниченные выставочные площади и пресыщенные обилием шедевров, зачастую десятилетиями не показывали переданные им произведения искусства. Коллекционеров, которые кропотливо пополняли свои собрания, такое положение дел не устраивало, и частные музеи стали для них удачным выходом из положения.

1.2. Частные музеи в современной России

В отличие от США, в действующем законодательстве РФ нет четкого определения понятия «частный музей». В настоящий момент в России насчитывается более 1200 частных музеев. Все они объединены общей историей происхождения: основатели-

добровольцы тратят личное время и ресурсы, чтобы украсить нашу страну действительно интересными коллекциями. И, как правило, эти люди не получают каких-то субсидий – проекты живут благодаря продаже билетов. А значит, эти инициативы интересны самим людям.

Юридически частные музеи имеют разный статус. Это бывают как общества с ограниченной ответственностью, так и НКО в разных формах: частное учреждение культуры или автономная некоммерческая организация.

Важно понимать, что более 1200 частных музеев в России появилось за последние 30 лет, то есть само направление весьма интересно, поскольку важно понимать: музей – это не галерея, где любой экспонат можно купить. Основная цель состоит в представлении экспонатов и сохранении культурно-исторической памяти.

Однако, ряд проблем препятствует включению частных музеев в единое музейное пространство России. Отсутствует диалог между частным музеем и государством. Частные музеи не имеют поддержки в виде налоговых, таможенных и иных льгот, часто возникают юридические проблемы с пополнением коллекций.

Глава II. Роль частного музея русской иконы в развитии культуры российского и американского города

2.1. Частный Музей Владимирской иконы и его вклад в развитие культуры г. Владимира

Музеи бывают не только государственные. Энтузиасты, влюбленные в историю своей страны, собирают и выставляют уникальные коллекции. Так, 5 января 2018 года был открыт частный Музей Владимирской иконы. Место открытия было выбрано владельцем не случайно – экспозиция представлена в здании закрывшейся фабрики музыкальных инструментов, сейчас это бизнес-центр в стиле лофт по адресу г. Владимир, ул. Сакко и Ванцетти, 50. К слову, о владельце, музей открыл известный в узких кругах коллекционер, антиквар, историк и меценат Кравченко Игорь Иванович. Посетители могут побывать на персональной экскурсии по коллекции, собранной им. Кроме того, при музее содержится выставочное пространство «Yukin Gallery», на котором проводятся выставки Владимирских художников и других деятелей искусства. К примеру, 25 января там была открыта выставка итальянского режиссёра Тонино Гуэрра.

Музей посвящен иконе Богоматери Владимирской и иконописным центрам владими́ро-сузда́льских се́л – Палеху, Мсте́ре, Холую. Также в экспозиции в хронологическом порядке представлены изменения в художественной иконописной традиции от периода позднего Средневековья до начала XX века.

Первый привлекающий особое внимание экспонат – икона «Сретение Владимирской Богоматери» XVII–XIX веков в большом киоте. Это образец аристократического благочестия, древняя икона XVII века в драгоценном уборе, чеканный серебряный оклад огневого золочения, жемчужная риза XVIII века, выполненная монастырской послушницей, и нимб, украшенный драгоценными камнями. Икона вставлена в раму, повествующую о Чудесах образа Богоматери Владимирской в 1395 году, когда чтимая икона Владимирская была перенесена из Владимира в Москву, и завоеватель Тамерлан был изгнан заступничеством Богородицы. Далее – уникальная икона «Владимирская Богоматерь» конца XVIII века, написана по «образу и подобию» с первообраза, в точности повторяет его размер. Это храмовая икона с редким рельефным окладом, выполненным из левкаса с золочением. В коллекции музея также есть большая храмовая икона «Пророк Илия в пустыне с сценой восхождения» середины XIX века, письма мастеров из Мсте́ры. Икона написана на золоте и на заказ. Кроме того, эта икона демонстрировалась на выставке «Мсте́ра Многолика́я» в 2024 году во Владимиро-Суздальском Музее-Заповеднике (ВСМЗ). Образ пророка Илии – очень почитаемый в России, в народной среде. На Руси считалось, что именно он распоряжался молнией и громом, а значит дождем и урожаем. Такая икона обязательно присутствовала в любом сельском храме. Сегодня десантные войска – ВДВ, считают пророка Илию своим

покровителем. Под работы В.М. Пешехонова (1818–1888 гг.), первым получившего звание придворного иконописца выделена отдельная витрина. Есть мнение, что одна из представленных икон мастера («Богоматерь Тихвинская» 1862 г.), возможно, обладает чудотворным свойством. Икона «Благовещение» подписная и поэтому уже уникальна. Подписных икон мастера известно около ста. Его авторский стиль оказал влияние на развитие иконописи по всей стране во второй половине XIX века и получил название «Пешехоновские письма». Как говорилось выше, музей Владимирской иконы совместно с «Yukin Gallery» на постоянной основе проводит бесплатные выставки. В среднем, проводится 8-10 выставок в год. За последние месяцы было проведено несколько выставок: 1) Выставка рисунков итальянского сценариста, художника, писателя, поэта Тонино Гуэрра "КОНТЕКСТ", открытая 25.01.2025; 2) Выставка памяти работ владимирской художницы "Дарья Тимошкина, Натюрморт", открытая 16.11.2024; 3) Выставка одной картины, посвящённой Александру Невскому художника Василия Косаурова, 09.10.2024. Выставки и основную экспозицию музея посещают не только люди искусства, они открыты и понятны всем! Постоянные гости – заместитель министра культуры Владимирской области О. Н. Гуреев, директор Псковского федерального музея С. Е. Мельникова и другие работники культуры. Также предоставляется услуга проведения экскурсии для иностранных граждан.

Владельца музея Игоря Ивановича регулярно посещают работники федеральных и региональных телеканалов, чтобы взять у него интервью об экспозиции и его вкладе в культуру Владимирской области. К примеру, репортаж о выставке «Контекст» был показан на телеканале «Культура» 27 января 2025 г.

Музей Владимирской иконы тесно сотрудничает с «Центром пропаганды изобразительного искусства», «Владими́ро-Суздальским Музеем-Заповедником», «Союзом художников Владимирской области», Музеем иконы в Киржаче и другими частными и государственными музеями.

Музей Владимирской иконы был награжден дипломами, грамотами и похвальными листами за вклад в просветительскую деятельность Владимирской области.

Уникальность музея заключается в том, что это первый в России музей, посвящённый образу Богоматери Владимирской, с постоянной экспозицией из 126 икон (см. Приложение 1).

Так получилось, что основатель Музея Владимирской иконы – Игорь Кравченко, мой папа. Следовательно, я тоже вношу вклад в развитие музея и, соответственно, в развитие культуры города Владимира и Владимирской области. Я помогаю отцу с каждой выставкой, проводимой на территории пространства «Yukin Gallery», в качестве волонтера. В первую очередь, это монтаж экспозиции – кропотливый и ответственный труд. Также я встречаю гостей и помогаю с организацией фуршета. На выставках с видео сопровождением, к примеру, ныне представленная – выставка Тонино Гуэрра, я исполняю роль техника-звукорежиссёра. Обычно на меня возлагают обязанности, связанные с компьютером, проектором и звуком в выставочном пространстве (см. Приложение 2). Кроме того, я веду социальные сети музея иконы https://vk.com/icon_museum33?ysclid=m6mkp1zvmq715555716 . Получив образование, я намереваюсь помогать папе с развитием семейного дела, как сейчас это делает мой старший брат, работая в папином антикварном магазине.

2.2. Русский Музей Иконы в Клинтоне как главная достопримечательность города

Участвуя в научно-исследовательской деятельности нашего музея, я обнаружил музей Русской иконы в городе Клинтон, США. Русский Музей Иконы в Клинтоне является главной достопримечательностью города с населением 14 000 человек и одним из главных и самых популярных у туристов музеев штата Массачусетс.

«Бостонский Кругозор» (электронная версия издающегося в США, в Бостоне, независимого международного журнала на русском языке) пишет, что «Клинтон – городок

в центральном Массачусетсе. Ну что, скажите, может его сближать с расположенной на другом конце света многовековой Россией? Оказывается, может и очень даже тесно, ибо располагает этот американский городок такими исконно русскими культурными ценностями, которых сейчас и в России-то не везде сыщешь...». Исследователи частных музеев США также отмечают, что «...благодаря музею, Клинтон перестал быть заштатным городком, о музее пишет местная, а порой и национальная, даже мировая печать. Город завоевал собственное место на мировой карте культурных ценностей...». Создатель музея, когда ему было присвоено звание Почетного горожанина, сказал: «Я не получил от родителей денег, я их сам заработал – в Клинтоне, в городе, которому я обязан успехом. И я решил обязательно сделать что-то хорошее для Клинтона, потому что Клинтон сделал так много хорошего для меня. Хотя, если по правде, я создал музей... для себя, потому что люблю русскую иконопись».

Музей был основан в 2007 году в трёхэтажном кирпичном здании XIX века, как и наш музей во Владимире. Основатель музея – бизнесмен Гордон Б. Ланктон, начавший свою коллекцию с покупки иконы на московском рынке за 20\$. Коллекция русского музея иконы является крупнейшей в Северной Америке (см. Приложение 3). Здесь представлены произведения, написанные за шесть веков – с XV века до наших дней. Каждую субботу владелец лично проводит экскурсии и делится множеством увлекательных фактов из истории русских икон, об их создании и о том, как они были приобретены. Как я выяснил, сейчас в коллекции музея около тысячи русских и греческих икон, которые представлены на всех трёх этажах музея. Серьёзное различие между музеями заключается в том, что в Клинтоне представлены, в том числе, современные списки старинных икон, во Владимире же – все иконы подлинные. Мне удалось узнать специализацию клинтонского музея – житийные иконы. Житийные иконы – вид иконописи, когда в середине иконы изображается святой, а на полях в отдельных композициях – сюжеты из его жития. Чтение жития начинается с левого верхнего клейма. Упомянутая выше икона владимирского музея «Сретение Владимирской Богоматери» также житийная. Музей русской иконы в Клинтоне имеет большой штат персонала и экскурсоводов, организующих интересные мастер-классы и экскурсии. В октябре 2023 года Музей русских икон даже сменил свое название на Музей и учебный центр икон. Новое название отражает историю музея, признает расширение коллекции, охватывающее весь мир православного искусства, и указывает путь в будущее. Учебный центр публикует онлайн журнал по изучению икон, который является единственной рецензируемой публикацией, посвященной исключительно русским иконам и смежным наукам. В музее Владимирской иконы экскурсоводов двое – Игорь Иванович (владелец) и его компаньон Чернов Валерий Юрьевич. На сайте клинтонского музея я нашел электронную почту музея с возможностью предложений о сотрудничестве, после чего с разрешения папы написал на неё с предложением сотрудничества музея русской иконы в Клинтоне и музея Владимирской иконы.

В рамках работы над исследованием я подготовил рекламный продукт, который включает в себя:

1) авторскую рекламно-ознакомительную видео-аннотацию по нашему музею https://vk.com/wall-221887261_39 ;

2) представление опыта работы частного музея в соц. сетях https://vk.com/icon_museum33?ysclid=m6mkp1zvmq715555716 ;

3) интервью телеканалу «Вариант» (Владимир), где я рассказал о том, как помогал отцу организовать выставку рисунков итальянского сценариста, художника, писателя, поэта Тонино Гуэрра "КОНТЕКСТ" 25.01.2025 https://variant33.ru/enews/vpervye_vo_vladimire_mojno_uvidet_unikalnye_risunki_italyanskogo_poeta/ .

Данные фото и видеоматериалы я также направил в г. Клинтон, чтобы показать, что «мировая история пишется» не только в г. Клинтоне, но и в г. Владимире. Следовательно,

у музеев много общего. Установление партнерских связей между музеями будет способствовать развитию музеев, повышению их престижа в глазах общественности и государства. Подводя итоги, я могу уверенно сказать, что оба рассматриваемые мной музея играют большую роль в культурном развитии своего города, ведь каждый из них вносит большой вклад в образование, историческое и духовное просвещение своих посетителей. Важно знать историю своего государства и владеть информацией о религии, которую исповедуешь. Кроме того, иконы – это искусство!

Заключение

Таким образом, частные музеи русской иконы играют значительную роль в развитии культуры небольшого города как США, так и России, что проявляется в следующем:

- 1) Музеи способствуют осознанию жителями городов привлекательности и престижа их места проживания, формируют чувство гордости за свою малую родину;
- 2) Частные музейные пространства становятся местом знакомства с локальной историей и уникальными брендами региона, а также уникальными произведениями искусства других стран;
- 3) Будучи центром притяжения для определенной категории граждан, музеи играют важную роль в формировании городских сообществ;
- 4) Музеи выполняют такую просветительскую миссию, с которой не всегда справляются масштабные государственные музейные комплексы со сложной организацией;
- 5) Создатели музея – меценаты, люди с повышенной тягой к действию, всегда связанной с изменением окружения. Они не ограничиваются только музейной деятельностью. Напротив, частный музей становится источником параллельных проектов и стимулирует развитие социальной активности и культуры в городе в целом.

Представленный в исследовании продукт, демонстрирующий опыт работы частного музея русской иконы, может быть использован частными музеями в качестве примера рекламной кампании для повышения престижа музея, установления и развития партнерских связей, как с государственными, так и негосударственными структурами.

Список использованных источников

- 1) Макарова А. Н. Феномен частных музеев: социально–философское значение в социокультурном развитии региональных центров России (на примере городов Ярославской области) // Всероссийский научно–практический журнал социальных и гуманитарных исследований. 2023. № 3 (10). С. 64–69. – URL: <https://doi.org/10.46741/sgjournal.2023.10.3.009>. (дата обращения 27.01.2025 г.)
- 2) Юренева Т.Ю. Частный музей в пространстве культуры: проблемы определения и статистики // Вестник славянских культур. 2024. Т. 71. С. 22–33. – URL: <https://doi.org/10.37816/2073-9567-2024-71-22-33>. (дата обращения 27.01.2025 г.)
- 3) URL: <https://www.bostonkrugozor.com/show/russian-icons.147.html> (дата обращения 27.01.2025 г.)
- 4) URL: <https://www.bostonkrugozor.com/show/Russian-icons.296.html> (дата обращения 27.01.2025 г.)
- 5) URL: <https://panor.ru/articles/kakova-rol-chastnykh-muzeev-v-sovremennoy-rossiyskoy-kulture/87257.html?ysclid=m6ia1llxyx646040238#> (дата обращения 27.01.2025 г.)
- 6) URL: <https://lit.center/lichnye-muzy-pochemu-vazhny-chastnye-muzei-v-rossii/?ysclid=m6ia8norri839987387> (дата обращения 27.01.2025 г.)
- 7) URL: https://vk.com/icon_museum33?ysclid=m6mkp1zvmq715555716 (дата обращения 27.01.2025 г.)

Приложение 1



Рисунок 1 — Здание фабрики музыкальных инструментов в г. Владимир, где располагается музей Владимирской иконы

Рисунок 2 — Известный в узких кругах коллекционер, антиквар, историк и меценат Кравченко Игорь Иванович



Рисунок 3 — Чернов Валерий Юрьевич показывает один из экспонатов музея Владимирской иконы в областной библиотеке детей и молодежи



Рисунок 4 –Экспозиция включает в себя 126 икон из личной коллекции Игоря Ивановича



Рисунок 5 – «Сретение Владимирской Богоматери» XVII–XIX веков



Рисунок 6 – «Владимирская Богоматерь» конца XVIII века

Приложение 2



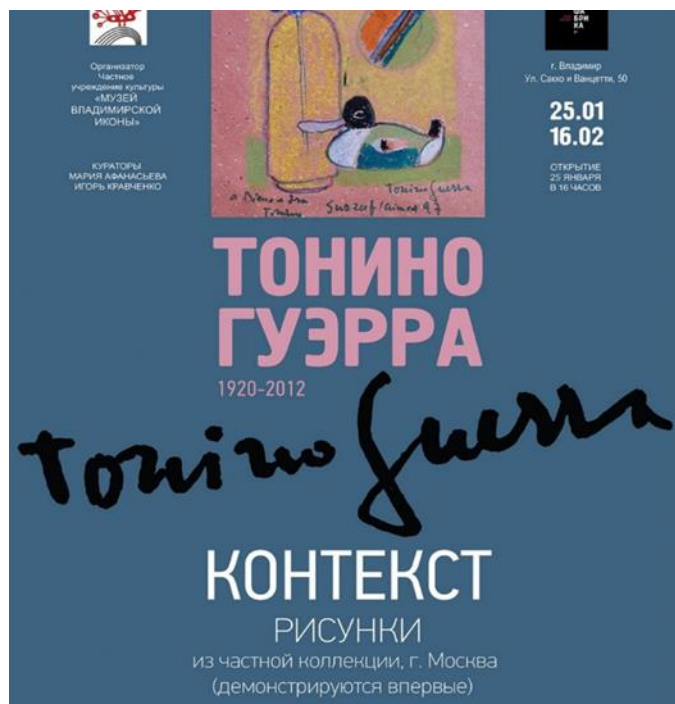


Рисунок 8 – «Контекст», выставка итальянского творца Тонино Гуэрра 25.01.2025



Рисунок 9 – А вот на выставке и я! Я помогаю отцу с каждой выставкой, проводимой на территории пространства «Yukin Gallery», в качестве волонтера.



Рисунок 10 – Я за аппаратурой на выставке «Контекст»



Рисунок 11 – Я на монтаже выставки «Контекст»



Рисунок 12 – Я редактирую сценарий к выставке



Рисунок 13 – Моя рекламно-ознакомительная аннотация по музею Владимирской иконы



Рисунок 14 – Владелец Музея Владимирской иконы лично проводит экскурсии



Рисунок 15 – Гордон Б. Ланктон, начавший свою коллекцию с покупки иконы на московском рынке за 20\$



Рисунок 16 – Здание Русского музея иконы в г. Клинтон (США)



Рисунок 17 – Владелец Русского музея иконы в г. Клинтон лично проводит экскурсии каждую субботу

Рисунок 18 – Внутреннее убранство Русского музея иконы в г. Клинтон

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПАУКОВ (ARANEI) В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ АЛЕКСИНО ПЕТУШИНСКОГО РАЙОНА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Маркин Степан Михайлович,
обучающийся 10 класса МАОУ
г. Владимира «Гимназия № 35».

Руководитель Мишулин Артем Александрович,
учитель биологии

МАОУ г. Владимира «Гимназия № 35».

Научный консультант Бениханов Евгений
Николаевич, администратор проекта
«Пауки России» на портале iNaturalist

Введение

Актуальность работы

Изучение видового разнообразия животного и растительного мира – обязательное условие для разработки эффективных мер сохранения биоразнообразия и экосистем в целом. Подобные исследования должны регулярно проводиться в отношении всех групп организмов, в том числе – для представителей паукообразных, в частности пауков.

Пауки – неотъемлемая часть биоты многих экосистем. Являясь важнейшими энтомофагами планеты, пауки исполняют роль незаменимых регуляторов численности насекомых, в том числе вредителей леса и сельскохозяйственных земель. Сами пауки также являются пищей для большого числа животных (ими могут питаться земноводные, рептилии, птицы, насекомоядные млекопитающие); особое место пауки занимают в жизни некоторых видов ос, охотящихся на пауков и откладывающих в них яйца [8, 12]. Изучение пауков открывает интересные перспективы для их использования человеком: в настоящее время исследуется возможное применение паучьего яда в медицинских целях для создания обезболивающих препаратов, в лечении сердечной аритмии, болезни Альцгеймера, инсульта. Широкое применение в технике и медицине находит и «паучий шёлк» – паутина [8, 12]. Изучение особенностей биологии, видового разнообразия, экологии, географии пауков, их практического использования человеком является весьма актуальным направлением современных биологических исследований.

Объект исследования – арахнофауна Владимирской области; **предмет исследования** – видовое разнообразие пауков в окрестностях деревни Алексино Петушинского района Владимирской области.

Цель исследования: изучение видового разнообразия пауков в окрестностях деревни Алексино Петушинского района Владимирской области.

Задачи исследования:

1. Выявить видовое разнообразие пауков в окрестностях д. Алексино Петушинского района Владимирской области.
2. Определить таксономическую структуру выявленного комплекса видов пауков.
3. Установить наиболее распространённые и редкие виды пауков для исследованной территории; выявить виды, являющиеся новыми для Владимирской области.
4. Оценить видовое разнообразие пауков различных биотопов.
5. Разместить все собранные сведения на сайте iNaturalist.

Новизна и практическая значимость работы

Работа вносит ценный вклад в изучение арахнофауны регионов Центральной России. В ходе исследования дополнены сведения о многообразии паукообразных Владимирской области, собраны первые данные о разнообразии пауков Петушинского района, сделаны находки редких для территории России видов пауков. В ходе работы собран богатый фотографический материал (см. Приложение №3), который может быть

использован для иллюстрирования справочных и информационных изданий по арахнологии. Все полученные данные (фотографии, координаты и даты находок пауков) размещены в открытом доступе на портале iNaturalist. Составленная коллекция образцов пауков в дальнейшем может быть использована в исследованиях профильными специалистами.

Благодарности

Автор работы выражает благодарность студенту Факультета естественных наук Новосибирского государственного университета, администратору проекта «Пауки России» на портале iNaturalist Евгению Николаевичу Бениханову за помощь в организации исследования и идентификации обнаруженных видов пауков.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Степень изученности видового разнообразия пауков во Владимирской области

В мировом рейтинге видового разнообразия пауки занимают почётное место, располагаясь сразу за клещами и пятью крупнейшими отрядами насекомых. В настоящее время учёными описано около 42 000 видов пауков, при этом каждый год регистрируются сотни новых видов [13]. В России видовое разнообразие пауков исследовано довольно полно (по состоянию на 2008 г. в нашей стране было зарегистрировано 2260 видов) [6]. При этом степень изученности арахнофауны отдельных регионов страны может сильно варьировать.

Во Владимирской области крупных, систематических исследований видового разнообразия пауков не проводилось. В «Каталоге беспозвоночных животных (Invertebrata: Protozoa et Animalia) Владимирской области» для региона приведено всего восемь видов пауков [2]. Тарантул русский (*Lycosa singoriensis*) также упомянут в Красной книге Владимирской области как охраняемый вид с категорией 3 (редкий вид) [5]. Имеется несколько публикаций о находках на территории области аргиопы Брюнниха (*Argiope bruennichi*) (вид включён в Приложение №1 к Красной книге региона) [4, 5, 9].

Представление о видовом разнообразии пауков региона несколько расширяет портал iNaturalist, на котором представлено немало фотографий пауков, сделанных во Владимирской области, однако данные этого сайта не обобщались и не публиковались в научной периодике. Также, в качестве источника сведений о разнообразии пауков Владимирской области могут выступать исследования, которые проводили учащиеся школ и юннатских объединений [3, 10].

1.2. Особенности биологии и экологии пауков

Пауки – древний отряд арахнид, представители которого известны из отложений девонского и каменноугольного периодов [8]. Это преимущественно обитатели суши, распространённые практически по всему земному шару, за исключением морских глубин и Антарктиды. Наряду с ракообразными, многоножками и насекомыми, пауки относятся к типу Членистоногие (Arthropoda), для представителей которого характерно наличие хитинового экзоскелета и подвижных членистых конечностей. Сами пауки входят в класс Паукообразные (Arachnida) в ранге отряда (Aranei, Araneae) [13].

Форма тела большинства пауков однотипна. Тело разделено на два отдела – головогрудь и брюшко; при этом головогрудь меньше брюшка, спереди сужена и притуплена. Окраска пауков разнообразна; наряду с однотонными и неприметными видами, есть яркоокрашенные пауки, нередко – со сложными рисунками на наружных покровах [8, 13]. Головогрудь (просома) покрыта щитом – карапаксом, несёт глаза (обычно 4 пары), ротовое отверстие и 6 пар конечностей, из которых первые две – хелицеры и педипальпы не являются ходильными. Брюшко (опистосома) пауков состоит из 11 сегментов (при этом в большинстве случаев сегменты сливаются друг с другом). На брюшке открывается половое отверстие, располагаются паутинные бородавки, а также органы дыхания – лёгкие (лёгочные мешки) и трахеи. На концах паутинных бородавок имеются паутинные трубочки, которыми открываются протоки паутинных желёз.

Способность производить паутину – одна из важнейших характеристик пауков. Паутина – секрет паутинных желёз пауков и некоторых других паукообразных, который вскоре после выделения застывает в форме нитей. По химической природе это белок, близкий по составу к шёлку гусениц бабочек-шелкопрядов [8, 13].

Пауки – прожорливые хищники, охотящиеся на насекомых. Для пауков характерно внекишечное пищеварение, их пищеварительная система приспособлена для поглощения и переваривания жидкой пищи [8]. Дыхательная система пауков представлена лёгкими и трахеями, причём среди пауков есть виды, которые дышат только лёгкими, только трахеями или лёгкими и трахеями одновременно. Кровеносная система незамкнутого типа с трубчатым сердцем, расположенным дорсально в передней части брюшка. Органы выделения пауков – коксальные железы и мальпигиевы сосуды [8]. Нервная система пауков сильно концентрирована и, по сути, представлена практически слившимися надпочечным и подпочечным ганглиями (от последнего отходит нервный тяж, иннервирующий брюшко) [8]. Органы чувств у пауков представлены органами зрения (обычно 4 пары простых глаз), осязания (механорецепторы), обоняния, вкуса (хемосенсорные волоски), равновесия и слуха [8]. Пауки раздельнополы, для них нередко характерен половой диморфизм, проявляющийся в разнице в размерах тела (обычно самцы мельче самок) и различных вторичнополовых признаках [8].

Пауки распространены практически по всему земному шару, являясь ключевыми энтомофагами в различных экосистемах. Пауки – обитатели суши (за исключением паука-серебрянки (*Argyroneta aquatica*), строящего под водой колоколообразные или воронкообразные гнёзда). По образу жизни среди них выделяют как бродячие виды, так и оседлые, обитающие в сложных постройках из паутины [8].

1.3. Организация исследований разнообразия паукообразных.

Методика сбора. Составление коллекций

Для поиска и сбора пауков во время движения по маршруту исследования в изучаемом биотопе необходимо тщательно осматривать все субстраты и микроместообитания, которые могут быть заселены пауками (травостой, заросли кустарников, древесные стволы, ветви деревьев, отставшую кору и пр.). Для сбора пауков, обитающих на деревьях, можно применять отряхивание веток дерева над энтомологическим зонтом или куском белого полотна [14]. Собирать пауков, живущих на травянистых растениях, можно либо путем непосредственного внимательного осмотра растений, либо кошением травы энтомологическим сачком [14]. Собирая пауков, в большинстве случаев их не следует брать руками: некоторые крупные виды могут прокусить кожу человека (при этом на яд паука нередко развивается аллергическая реакция; из пауков, обитающих в России, наиболее опасны для человека тарантул и каракурт). При сборе лучше всего накрывать пауков пустой пробиркой, из которой затем стряхивать членистоногих в спирт. Очень мелких пауков можно собирать мягким пинцетом или влажной кисточкой [14]. Собирают пауков в 70-75%-й спирт [11, 14]. Крупных пауков для экспозиционных целей можно засушить, но тогда им требуется особая препарировка, так как у засушенных пауков сильно съеживается и сморщивается брюшко [11].

Определение видов пауков – занятие достаточно трудоёмкое и непростое. Для надёжного определения видовой принадлежности пауков необходимо внимательно с помощью бинокулярного микроскопа исследовать строение их гениталий и справляться со специализированными определительными таблицами. Только такое определение считается у специалистов-арахнологов истинно достоверным [13].

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Методика выполнения работы

Изучение видового разнообразия пауков проводилось с апреля 2023 года по ноябрь 2024 года в деревне Алексино Петушинского района и её окрестностях. Для наблюдений было выбрано 9 точек: точка 1 – деревня Алексино; точка 2 – смешанный лес у верхней

части русла реки Погорельцы; точка 3 – смешанный лес у нижней части русла реки Погорельцы; точка 4 – пойменный луг в средней части реки Погорельцы; точка 5 – берег озера; точка 6 – березняк; точка 7 – деревня Павлово; точка 8 – смешанный лес у деревни Павлово; точка 9 – смешанный лес у деревни Дровново (см. рисунок 1).

Рисунок 1. Территория наблюдений и точки сбора образцов

Для ловли пауков использовались три метода: ручной сбор, «кошение» травостоя энтомологическим сачком и установка почвенных ловушек, представляющих собой два вставленных друг в друга пластиковых стаканчика, края которых были смазаны вазелином. Каждая найденная особь паука фотографировалась, данные о ней (точка, дата и место находки) заносились в полевой дневник. Фотографии каждой особи с датой и местом обнаружения загружались на страницу автора в iNaturalist (https://www.inaturalist.org/people/msm_rush).

Определение видов проводилось под бинокулярным и монокулярным микроскопами с помощью отечественных определителей, портала iNaturalist и материалов сайта «Araneae – Spiders of Europe» [1, 7, 13, 15]. Для большинства видов необходимы фотографии гениталий. В случае самок нужны фотографии эпигины, а в случае самцов – фотографии вентральной педипальпы. Чтобы сфотографировать паук помещался на предметное стекло и прижимался ватой. Для расположения брюшка самки или педипальпы самца в нужном ракурсе часто использовалась зубочистка. Предметное стекло помещалось на предметный столик микроскопа, через который и фотографировались гениталии. После того, как гениталии были сфотографированы, паук возвращался туда, где был найден.

Иногда пауки оказывались субadultами или ювенилами, у которых гениталии ещё не сформировались. Такие особи временно помещались в банку с вентиляцией, где откармливались живыми насекомыми до момента линьки. В банке устанавливались поилка, помещались укрытие в виде коры и немного почвы. После того как паук становился взрослым, его гениталии фотографировались. Затем паук отпускался на волю. В ряде случаев во время сбора или фотографирования гениталий паук умирал. Тогда его тело помещалось в пробирку, заполненную 70% раствором этилового спирта.

Для сбора, фотографирования и наблюдения за пауками использовалось следующее оборудование: полевой дневник, пластиковые стаканчики, энтомологический сачок, почвенные ловушки, фотокамера iPhone 14 Pro, бинокулярный микроскоп «Микромед Атом» (20х), монокулярный микроскоп «Микромед Эврика» (40-1280х).

2.2. Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследований, проведённых с апреля 2023 года по ноябрь 2024 года в деревне Алексино Петушинского района и её окрестностях, было поймано 345 особей пауков, из которых 173 удалось точно идентифицировать до вида, а 172 (по различным причинам) – до рода (во второй группе зарегистрированы пауки из родов *Agyneta*, *Pseudeuophrys*, *Pirata*, *Robertus*, *Tenuiphantes*, *Walckenaeria*, *Xerolycosa*, а также пауки из complex *Philodromus aureolus* и complex *Alopecosa pulverulenta*). Полный аннотированный список обнаруженных видов пауков приводится в Приложении №1. В списке для каждого вида указано систематическое положение, приведены латинское название, даты и места



находок (нумерация точек обнаружения вида совпадают с рисунком 1). Знаком «*» отмечены виды, которые впервые приводятся для региона.

В ходе работы было идентифицировано 80 видов пауков из 20 семейств и 54 родов. Большинство видов пауков представлено в сборах только одной-двумя находками (*Aculepeira ceropegia*, *Cyclosa conica*, *Mangora acalypha*, *Cheiracanthium erraticum* и др.). Наиболее часто попадались представители видов *Nerienne montana* (18 особей), *Steatoda bipunctata* (9 особей), *Nerienne emphana* (9 особей), *Nerienne radiata* (7 особей), *Attulus terebratus* (5 особей), *Singa nitidula* (5 особей).

Таксономическая структура выявленного комплекса видов пауков приведена в Приложении №1. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что наибольшее количество видов в наших сборах зарегистрировано в семействе Araneidae (11 видов), а из родов по видовой насыщенности лидируют роды *Nerienne* и *Tetragnatha* (по 5 видов). Большое число родов представлено в сборах только одним видом. 48 из 80 обнаруженных видов пауков впервые приводятся для территории Владимирской области (об этих видах нет упоминаний в «Каталоге беспозвоночных животных (INVERTEBRATA: Protozoa et Animalia) Владимирской области», а также на сайте iNaturalist). Вид *Tetragnatha Shoshone*, вероятно, впервые указывается для Центральной России.

Среди зарегистрированных видов девять (*Araniella proxima*, *Dolomedes plantarius*, *Ero cambridgei*, *Haplodrassus silvestris*, *Heriaeus graminicola*, *Phlegra fasciata*, *Synageles venator*, *Tetragnatha obtusa*, *Tetragnatha shoshone*) являются относительно редкими пауками для средней полосы России (по оценке Е.Н. Бениханова и сведениям портала iNaturalist). Несколько видов пауков (*Steatoda bipunctata*, *Attulus terebratus* и др.) встречаются в жилище человека, на приусадебных участках и в огородах, их можно отнести к синантропным членистоногим. Также в регионе отмечен вид *Parasteatoda tepidariorum*, являющийся инвазивным для средней полосы России (в настоящий момент это вид-космополит, однако его исходный ареал – тропики Южной и Центральной Америки). Шесть видов пауков могут представлять опасность для человека. Весьма болезненные укусы оставляет паук вида *Cheiracanthium erraticum*, а боль от укусов видов родов *Araneus* и *Larinioides* (*A. diadematus*, *A. marmoreus*, *A. quadratus*, *L. cornutus*, *L. patagiatus*) близка по силе к ужалению осы.

Для всех исследованных точек было подсчитано число видов, родов и семейств пауков: точка 1 – 33 вида (10 семейств, 26 родов); точка 2 – 12 видов (9 семейств, 11 родов); точка 3 – 8 видов (5 семейств, 7 родов); точка 4 – 9 видов (7 семейств, 8 родов); точка 5 – 13 видов (8 семейств, 10 родов); точка 6 – 4 вида (4 семейства, 4 рода); точка 7 – 2 вида (2 семейства, 2 рода); точка 8 – 17 видов (11 семейств, 14 родов); точка 9 – 7 видов (5 семейств, 5 родов). Таким образом, из числа обследованных точек наибольшее число видов отмечено в точке 1 (деревня Алексино) – 33 вида, наименьшее – в точке 7 (деревня Павлово) – 2 вида. Из природных биотопов самое большое число видов зафиксировано для смешанного леса у деревни Павлово (точка 8), берега озера (точка 5) и смешанного леса у верхней части русла реки Погорельцы (точка 2).

В Приложении №2 приведено распределение обнаруженных видов пауков по экологическим группам (по Р.Р. Сейфулиной) в зависимости от типичных для них мест обитания [13]. Как следует из представленных данных, большинство видов пауков, найденных в окрестностях д. Алексино, относятся к экологической группе «пауки травостоя» (31 вид), а наименьшее число видов – к синантропным паукам (3 вида).

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследований, проведённых в 2023-2024 гг. в д. Алексино Петушинского района Владимирской области было зарегистрировано 80 видов пауков из 20 семейств и 54 родов, что может свидетельствовать о достаточно высоком видовом разнообразии данной группы арахнид на обследованной территории.

2. По видовой насыщенности среди семейств пауков лидирует семейство *Araneidae*, из родов – роды *Tetragnatha* и *Nerienne*.
3. Большинство видов пауков было представлено в сборах только одной-двумя находками; наиболее часто попадались представители видов *Nerienne montana*, *Steatoda bipunctata*, *Nerienne emphana*, *Nerienne radiata*, *Attulus terebratus*, *Singa nitidula*.
4. Среди зарегистрированных пауков есть виды, которые впервые приводятся для территории Владимирской области (48 видов), а также виды, являющиеся относительно редкими для средней полосы России. Вид *Tetragnatha shoshone* впервые указывается для Центральной России.
5. Наибольшее видовое разнообразие пауков отмечено непосредственно в пределах д. Алексино; из природных биотопов самое большое число видов зафиксировано для смешанного леса и берега озера; с точки зрения принадлежности к экологическим группам большинство зарегистрированных видов пауков относятся к группе «пауки травостоя».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование автор планирует продолжить в 2025 году. Необходимо проведение более детального обследования различных природных биотопов, встречающихся в окрестностях д. Алексино, а также организация наблюдений за поведенческими особенностями пауков (процессом плетения паутины, питанием, брачными ритуалами и пр.). Возможно, работа будет дополнена данными, собранными не только в сельской местности, но и в городской черте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ажеганова, Н.С. Краткий определитель пауков (*Aranei*) лесной и лесостепной зоны СССР / А.Н. Ажеганова ; АН СССР. Зоол. ин-т. – Ленинград : Наука. Ленингр. отделение, 1968. – 149 с.
2. Веселкин, Г.А. Каталог беспозвоночных животных (*INVERTEBRATA: Protozoa et Animalia*) Владимирской области. / Г.А. Веселкин, А.И. Деревянко, А.Ю. Карпинский // Владимир: ВГПУ, 2003. – 128 с.
3. Грачева, Е.О. Исследование особенностей видового состава пауков природного заказника «Кольчугинский». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu-time.ru/pub/142299?ysclid=m0bim4dc39608722947>
4. Калябина, Н.В. О находке аргиопы Брюнниха (*Argiope bruennichi*) на территории Владимирской области / Н.В. Калябина, И.В. Портнова // Проблемы экологического образования в XXI веке. Труды Международной научной конференции (заочной). Под редакцией Е.П. Грачевой. – Владимир : Аркаим, 2017. – С. 49-53.
5. Красная книга Владимирской области / Администрация Владимирской области, Государственная инспекция по охране и использованию животного мира, Государственное бюджетное учреждение «Единая дирекция особо охраняемых природных территорий Владимирской области» ; [отв. ред.: О.Н. Канищева, М. А. Сергеев]. – Тамбов: ООО «ТПС», 2018. – 432 с.
6. Марусик, Ю.М. Итоги и перспективы изучения пауков (*Aranei*) в России и в мире / Ю.М. Марусик // Энтомологическое обозрение. ХС. 4. 2011. – С. 917-929.
7. Материалы портала «*Araneae – Spiders of Europe*» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://araneae.nmbe.ch>
8. Михайлов, К.Г. Общая арахнология. Краткий курс. Ч. 2. Пауки: морфология, анатомия, биология / К.Г. Михайлов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 56 с.
9. Муханов, А.В. О целесообразности внесения паука-осы (*Argiope bruennichi* Sc.) в Красную книгу Владимирской области. / А.В. Муханов // Особо охраняемые природные территории и объекты Владимирской области и сопредельных регионов (Выпуск 3): Владимир: Транзит-ИКС, 2014. – С.69.

10. Овечкин, П.А. Изучение видового разнообразия паукообразных Киржачского района. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uios.fedcdo.ru/wp-content/uploads/2022/01/rabota-Ovechkin.pdf?ysclid=m0bi394mwp440868889>

11. Плавильщиков, Н.Н. Собиране зоологических коллекций и техника изготовления зоологических экспонатов : Руководство / Н.Н. Плавильщиков, Н.В. Кузнецов ; Ком. по делам культ.-просвет. учреждений при Совете министров РСФСР. Науч.-исслед. ин-т краевед. и музейной работы. – М.: Госкультпросветиздат, 1950. – 183 с.

12. Рахимова, М.Н. Значение пауков в природе и жизни человека / М.Н. Рахимова // Современные инновации, №5(27), 2018. – С. 63-65.

13. Сейфулина, Р.Р. Пауки средней полосы России : атлас-определитель с обзором биологии пауков : учебно-методическое пособие для студентов биологических специальностей / Р.Р. Сейфулина, В.М. Карцев. – Москва : Фитон+, 2011. – 607 с.

14. Смокотин, Д.И. Пауки (Aranei) Сибирского ботанического сада – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Users/HP/Downloads/%D0%92%D0%9A%D0%A0.pdf.pdf>

15. Тыщенко, В.П. Определитель пауков Европейской части СССР / В.П. Тыщенко; АН СССР. – Ленинград : Наука. Ленингр. отд-ние, 1971. – 281 с.

Приложение № 1

Таксономическая структура выявленного комплекса видов пауков.

Аннотированный список видов пауков, обнаруженных в ходе исследования

Таблица №1. Таксономическая структура
выявленного комплекса видов пауков

Семейство	Род (число видов)
Anyphaenidae	<i>Anyphaena</i> (1)
Araneidae	<i>Aculepeira</i> (1), <i>Araneus</i> (3), <i>Araniella</i> (1), <i>Cyclosa</i> (1), <i>Larinioides</i> (2), <i>Mangora</i> (1), <i>Singa</i> (2)
Cheiracanthiidae	<i>Cheiracanthium</i> (1)
Cicurinidae	<i>Cicurina</i> (1)
Clubionidae	<i>Clubiona</i> (3)
Dictynidae	<i>Dictyna</i> (1)
Gnaphosidae	<i>Drassyllus</i> (1), <i>Haplodrassus</i> (1), <i>Micaria</i> (1)
Hahniidae	<i>Hahnina</i> (1)
Linyphiidae	<i>Anguliphantes</i> (1), <i>Diplostyla</i> (1), <i>Drapetisca</i> (1), <i>Kaestneria</i> (1), <i>Linyphia</i> (1), <i>Nerienne</i> (5)
Lycosidae	<i>Acantholycosa</i> (1), <i>Hygrolycosa</i> (1), <i>Pardosa</i> (4), <i>Trochosa</i> (1)
Mimetidae	<i>Ero</i> (2)
Miturgidae	<i>Zora</i> (3)
Philodromidae	<i>Philodromus</i> (1), <i>Tibellus</i> (1)
Phrurolithidae	<i>Phrurolithus</i> (1)
Pisauridae	<i>Dolomedes</i> (2)
Salticidae	<i>Attulus</i> (1), <i>Evarcha</i> (2), <i>Heliophanus</i> (2), <i>Phlegma</i> (1), <i>Synageles</i> (1)
Sparassidae	<i>Micrommata</i> (1)
Tetragnathidae	<i>Metellina</i> (1), <i>Pachygnatha</i> (1), <i>Tetragnatha</i> (5)
Theridiidae	<i>Enoplognatha</i> (1), <i>Episinus</i> (1), <i>Neottiura</i> (1), <i>Phylloneta</i> (1), <i>Parasteatoda</i> (2), <i>Steatoda</i> (1), <i>Theridion</i> (1)
Thomisidae	<i>Ebrechtella</i> (1), <i>Heriades</i> (1), <i>Misumena</i> (1), <i>Ozyptila</i> (1), <i>Tmarus</i> (1), <i>Xysticus</i> (3)

Аннотированный список видов пауков

Отряд Пауки Araneae

Семейство Anyphaenidae

Род *Anyphaena*

1. *Anyphaena accentuata* (Walckenaer, 1802) – точка 8, 19.10.24, на поломанной ветви дерева; 17.11.24, под корой дерева; точка 9, 26.08.24, в травостое под молодым деревом;

Семейство Araneidae

Род *Aculepeira*

2. *Aculepeira ceropodia* (Walckenaer, 1802) – точка 5, 29.04.24, на кустарнике;

Род *Araneus*

3. *Araneus diadematus* (Clerck, 1757) – точка 1, 03.08.23, в деревянном доме; точка 8, 15.06.24, на дереве; точка 9, 12.08.23, на васильке луговом;
4. *Araneus marmoreus* (Clerck, 1757) – точка 2, 08.10.24, в травостое; точка 9, 12.08.23, на васильке луговом; 12.08.23, на васильке луговом; 26.08.24, в травостое;
5. *Araneus quadratus* (Clerck, 1757) – точка 1, 05.08.23, на приусадебном участке, на одуванчике; 31.07.24, на приусадебном участке, в хостах; точка 2, 30.07.24, на лугу, в травостое; точка 9, 26.08.24, в травостое;

Род *Araniella*

6. **Araniella proxima* (Kulczynski, 1885) – точка 1, 01.07.24, на приусадебном участке, под липой;

Род *Cyclosa*

7. *Cyclosa conica* (Pallas, 1772) – точка 8, 08.06.24, на берёзе;

Род *Larinioides*

8. **Larinioides cornutus* (Clerck, 1757) – точка 5, 18.05.24, на кустарнике; 10.06.24, на тростнике;
9. *Larinioides patagiatus* (Clerck, 1757) – точка 5, 20.09.24, на стволе берёзы;

Род *Mangora*

10. *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802) – точка 1, 25.05.24, на приусадебном участке, на кусте ежевики;

Род *Singa*

11. *Singa hamata* (Clerck, 1757) – точка 1, 05.05.24, на сухом травянистом растении; точка 2, 30.04.24, на сухом зонтичном растении; 04.05.24, на сухом зонтичном растении;
12. *Singa nitidula* (C. L. Koch, 1844) – точка 1, 07.07.23, в старых досках; 18.05.24, на приусадебном участке в теплице; точка 5, 30.06.23, в зарослях тростника; 04.07.23, в кустарнике; 10.06.24, в травостое;

Семейство Cheiracanthiidae

Род *Cheiracanthium*

13. **Cheiracanthium erraticum* (Walckenaer, 1802) – точка 6, 27.08.24, в травостое;

Семейство Cicurinidae

Род *Cicurina*

14. **Cicurina cicur* (Fabricius, 1793) – точка 8, 27.10.24, в лесной подстилке;

Семейство Clubionidae

Род *Clubiona*

15. **Clubiona germanica* (Thorell, 1871) – точка 5, 20.09.24, на тростнике;
16. **Clubiona phragmitis* (C. L. Koch, 1843) – точка 5, 26.08.24, на тростнике, растущем в воде;
17. **Clubiona stagnatilis* (Kulczynski, 1897) – точка 4, 11.10.24, на рогозе;

Семейство Dictynidae

Род *Dictyna*

18. **Dictyna arundinacea* (Linnaeus, 1758) – точка 2, 04.05.24, на сухом зонтичном растении;

Семейство Gnaphosidae

Род *Drassyllus*

19. **Drassyllus praeficus* (L. Koch, 1866) – точка 5, 10.06.24, на берегу пруда;

Род *Haplodrassus*

20. **Haplodrassus silvestris* (Blackwall, 1833) – точка 3, 31.05.24, в почвенной ловушке;

Род *Micaria*

21. **Micaria micans* (Blackwall, 1858) – точка 1, 10.05.24, на приусадебном участке в почве;

Семейство Hahniidae

Род *Hahnia*

22. **Hahnia pusilla* (C. L. Koch, 1841) – точка 2, 26.10.24, в лесной подстилке; 10.11.24, в лесной подстилке; точка 8, 17.11.24, в лесной подстилке;

Семейство Linyphiidae

Род *Anguliphantes*

23. **Anguliphantes angulipalpis* (Westring, 1851) – точка 2, 26.10.24, в лесной подстилке; точка 8, 10.10.24, в лесной подстилке; 27.10.24, в лесной подстилке;

Род *Diplostyla*

24. **Diplostyla concolor* (Wider, 1834) – точка 1, 31.05.24, на приусадебном участке, под плёнкой; 11.10.24 в трухлявом пне;

Род *Drapetisca*

25. *Drapetisca socialis* (Sundevall, 1833) – точка 3, 11.10.24, на стволе берёзы;

Род *Kaestneria*

26. **Kaestneria pullata* (O. Pickard-Cambridge, 1863) – точка 1, 11.05.24, на приусадебном участке, в теплице;

Род *Linyphia*

27. *Linyphia triangularis* (Clerck, 1757) – точка 8, 22.08.24, на дереве; точка 9, 12.08.23, на дереве;

Род *Nerienne*

28. **Nerienne clathrata* (Sundevall, 1830) – точка 8, 10.10.24, в лесной подстилке;

29. *Nerienne emphana* (Walckenaer, 1842) – точка 8, 30.06.23, на дереве; 30.06.23, на дереве; 11.07.23, на дереве; 11.07.23, на дереве; 11.07.23, на сосне; 12.07.23, на дереве; 12.07.23, на дереве; 12.07.23, на дереве; 16.07.23 на дереве;

30. *Nerienne montana* (Clerck, 1757) – точка 1, 23.06.23, на приусадебном участке, в старых досках; 24.06.23, на приусадебном участке, в старых досках; 24.06.23, на приусадебном участке, в старых досках; 04.07.23, на приусадебном участке, в деревянной беседке; 08.07.23, на приусадебном участке, в старых досках; 13.07.23, в деревянном доме; 16.07.23, на приусадебном участке, у деревянного дома; 21.07.23, на внешней стене старого деревянного дома; 08.08.23, на приусадебном участке, на внешней оконной раме деревянного дома; 17.08.23, на приусадебном участке, в деревянной пристройке; 17.08.23, на приусадебном участке, в деревянной пристройке; 17.08.23, на приусадебном участке, в деревянной пристройке; 26.08.23, на приусадебном участке, на внешней стене деревянного сарая; 30.09.23, на приусадебном участке, в старой металлической тележке; 09.05.24, на участке, в дровах; точка 8, 27.08.23, на дереве; 07.10.24, под корой отломившейся ветви лиственного дерева;

31. **Nerienne peltata* (Wider, 1834) – точка 3, 31.05.24, на дереве;

32. *Nerienne radiata* (Walckenaer, 1842) – точка 1, 23.06.23, на приусадебном участке, в старых досках; 05.07.23, на приусадебном участке, у деревянного дома; 08.07.23, на приусадебном участке, у деревянного дома; 18.05.24, на приусадебном участке, у дома; 10.06.24, на приусадебном участке, на плёнке; точка 2, 30.04.24, на старых брёвнах; точка 4, 07.06.23, на хвое;

Семейство Lycosidae

Род *Acantholycosa*

33. *Acantholycosa lignaria* (Clerck, 1757) – точка 1, 19.05.24, на приусадебном участке, под бетонными плитками;

Род *Hygrolycosa*

34. *Hygrolycosa rubrofasciata* (Ohlert, 1865) – точка 1, 03.08.24, на приусадебном участке, под досками;

Род *Pardosa*

35. *Pardosa amentata* (Clerck, 1757) – точка 1, 26.05.24, на приусадебном участке, на почве, у деревянного забора; 26.05.24, на приусадебном участке, на почве, у деревянного забора;

36. **Pardosa fulvipes* (Collett, 1876) – точка 1, 02.06.24, на дороге из гальки;

37. **Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802) – точка 1, 25.05.24, на приусадебном участке, в теплице;

38. **Pardosa paludicola* (Clerck, 1757) – точка 1, 10.05.24, на приусадебном участке, на почве; 11.05.24, на приусадебном участке, в теплице; точка 4, 28.04.24, на почве;

Род *Trochosa*

39. **Trochosa terricola* (Thorell, 1856) – точка 2, 08.10.24, в листовом опаде;

Семейство Mimetidae

Род *Ero*

40. **Ero cambridgei* (Kulczynski, 1911) – точка 2, 10.11.24, на лежащем куске коры;

41. **Ero furcata* (Villers, 1789) – точка 8, 21.09.24, в лесной подстилке;

Семейство Miturgidae

Род *Zora*

42. **Zora armillata* (Simon, 1878) – точка 5, 06.10.24, в травостое;

43. **Zora nemoralis* (Blackwall, 1861) – точка 8, 21.09.24, в лесной подстилке;

44. **Zora spinimana* (Sundevall, 1833) – точка 8, 10.10.24, в трухлявом бревне; 17.11.24, в лесной подстилке;

Семейство Philodromidae

Род *Philodromus*

45. *Philodromus margaritatus* (Clerck, 1757) – точка 3, 09.10.24, под корой поваленного дерева; точка 8, 05.11.23, под корой отломившейся ветви лиственного дерева; 07.10.24, под корой отломившейся ветви лиственного дерева; 07.10.24, под корой отломившейся ветви лиственного дерева;

Род *Tibellus*

46. **Tibellus oblongus* (Walckenaer, 1802) – точка 6, 11.06.24, в травостое;

Семейство Phrurolithidae

Род *Phrurolithus*

47. **Phrurolithus festivus* (C. L. Koch, 1835) – точка 1, 25.05.24, на приусадебном участке, в теплице; 03.08.24, на приусадебном участке, в теплице;

Семейство Pisauridae

Род *Dolomedes*

48. *Dolomedes fimbriatus* (Clerck, 1757) – точка 4, 30.08.24, на рогозе;

49. **Dolomedes plantarius* (Clerck, 1757) – точка 5, 20.08.24, на травянистом растении, растущем в воде;

Семейство Salticidae

Род *Attulus*

50. *Attulus terebratus* (Clerck, 1757) – точка 1, 11.08.23, на приусадебном участке, на внешней стене старого деревянного дома; 11.08.23, на приусадебном участке, на внешней стене старого деревянного дома; 28.08.23, на приусадебном участке, в старых досках; 13.06.24, на приусадебном участке, на деревянном доме; точка 7, 16.07.23, на внешней стене деревянного дома;

Род *Evarcha*

51. *Evarcha arcuata* (Clerck, 1757) – точка 3, 02.06.24, в травостое; точка 5, 10.06.24, в травостое;

52. *Evarcha falcata* (Clerck, 1757) – точка 3, 31.05.24, в травостое; 01.06.24, в травостое;
Род *Heliophanus*
53. **Heliophanus auratus* (C. L. Koch, 1835) – точка 1, 13.06.24, на приусадебном участке, на железном заборе; точка 4, 12.06.24, на травянистом растении; 14.06.24, на рогозе;
54. **Heliophanus cupreus* (Walckenaer, 1802) – точка 1, 26.05.24, на приусадебном участке, на деревянном заборе; точка 2, 29.04.24, на старых бревнах; точка 3, 01.06.24, в травостое;
Род *Phlegra*
55. **Phlegra fasciata* (Hahn, 1826) – точка 1, 02.06.24, на дороге из гальки;
Род *Synageles*
56. **Synageles venator* (Lucas, 1836) – точка 1, 06.07.23, на приусадебном участке, в теплице;
Семейство Sparassidae
Род *Micrommata*
57. *Micrommata virescens* (Clerck, 1757) – точка 1, 05.11.23, в деревянном доме; 15.08.24, на приусадебном участке, на почве;
Семейство Tetragnathidae
Род *Metellina*
58. **Metellina segmentata* (Clerck, 1757) – точка 8, 22.08.24, на дереве;
Род *Pachygnatha*
59. **Pachygnatha listeri* (Sundevall, 1830) – точка 2, 26.10.24, в лесной подстилке;
Род *Tetragnatha*
60. **Tetragnatha extensa* (Linnaeus, 1758) – точка 4, 12.06.24, у ручья, на травянистом растении;
61. *Tetragnatha montana* (Simon, 1874) – точка 5, 10.06.24, на дереве; точка 9, 23.06.24, на дереве;
62. **Tetragnatha obtusa* (C. L. Koch, 1837) – точка 4, 12.06.24, у ручья, на травянистом растении;
63. **Tetragnatha pinicola* (L. Koch, 1870) – точка 1, 25.05.24, на приусадебном участке, под яблоней в травостое;
64. **Tetragnatha shoshone* (Levi, 1981) – точка 5, 13.06.24, на тростнике;
Семейство Theridiidae
Род *Enoplognatha*
65. **Enoplognatha ovata* (Clerck, 1757) – точка 9, 23.06.24, на цветке орхидеи;
Род *Episinus*
66. *Episinus angulatus* (Blackwall, 1836) – точка 1, 11.10.24, на ветке молодого дерева;
Род *Neottiura*
67. *Neottiura bimaculata* (Linnaeus, 1767) – точка 1, 24.06.23, на приусадебном участке, в старых досках;
Род *Phylloneta*
68. **Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881) – точка 1, 30.06.24, на приусадебном участке, в зарослях малины; 20.08.24, на приусадебном участке, на листьях пиона;
Род *Parasteatoda*
69. **Parasteatoda lunata* (Clerck, 1757) – точка 7, 16.07.23, на внешней стене деревянного дома;
70. *Parasteatoda tepidariorum* (C. L. Koch, 1841) – точка 1, 08.08.24, на приусадебном участке, в теплице; 09.08.24, на приусадебном участке, в теплице;
Род *Steatoda*
71. *Steatoda bipunctata* (Linnaeus, 1758) – точка 1, 22.06.23, на приусадебном участке, в старых досках; 28.07.23, в деревянном доме; 29.07.23, в деревянном доме; 18.08.23, в деревянном доме; 28.08.23, на приусадебном участке, в старых досках; 28.08.23, на приусадебном участке, в старых досках; 28.08.23, на приусадебном участке, в старых досках; 18.05.24, на приусадебном участке, на крыльце дома; 26.05.24, в деревянном доме;

Род *Theridion*

72. **Theridion varians* (Hahn, 1833) – точка 6, 11.06.24, в старом металлическом горшке; точка 8, 07.10.24 в листовом опаде;

Семейство Thomisidae

Род *Ebrechtella*

73. *Ebrechtella tricuspidata* (Fabricius, 1775) – точка 1, 02.08.23, на приусадебном участке, на соцветии тысячелистника обыкновенного; 02.08.23, на приусадебном участке, на соцветии тысячелистника обыкновенного; точка 5, 31.07.23, на дереве;

Род *Heriaeus*

74. **Heriaeus graminicola* (Doleschall, 1852) – точка 4, 12.06.24, у ручья, на травянистом растении;

Род *Misumena*

75. *Misumena vatia* (Clerck, 1757) – точка 1, 05.07.23, на приусадебном участке, на цветке горчицы белой; 20.07.23, в травостое, на соцветии бодяка; 12.08.24, на приусадебном участке, на цветке флокса метельчатого;

Род *Ozyptila*

76. **Ozyptila praticola* (C. L. Koch, 1837) – точка 2, 26.10.24, в лесной подстилке; точка 3, 09.10.24, в листовом опаде;

Род *Tmarus*

77. **Tmarus piger* (Walckenaer, 1802) – точка 8, 19.10.24, на ветке ели;

Род *Xysticus*

78. **Xysticus cristatus* (Clerck, 1757) – точка 1, 01.06.24, на дороге из гальки;

79. **Xysticus lanio* (C. L. Koch, 1835) – точка 6, 11.06.24, в старом металлическом горшке;

80. *Xysticus ulmi* (Hahn, 1831) – точка 4, 12.06.24, у ручья, на травянистом растении; 14.06.24, на травянистом растении.

Приложение № 2

Экологические группы пауков

Таблица №1. Экологические группы пауков

Экологическая группа	Виды
Наземные пауки	<i>Drassyllus praeficus</i> , <i>Micaria micans</i> , <i>Acantholycosa lignaria</i> , <i>Pardosa amentata</i> , <i>Pardosa lugubris</i> , <i>Trochosa terricola</i> , <i>Phrurolithus festivus</i> , <i>Phlegma fasciata</i> , <i>Ozyptila praticola</i>
Пауки травостоя	<i>Aculepeira ceropegia</i> , <i>Araneus marmoreus</i> , <i>Araneus quadratus</i> , <i>Mangora acalypha</i> , <i>Singa hamata</i> , <i>Singa nitidula</i> , <i>Cheiracanthium erraticum</i> , <i>Dictyna arundinacea</i> , <i>Kaestneria pullata</i> , <i>Linyphia triangularis</i> , <i>Neriere montana</i> , <i>Neriere radiata</i> , <i>Tibellus oblongus</i> , <i>Evarcha arcuata</i> , <i>Evarcha falcata</i> , <i>Heliophanus auratus</i> , <i>Heliophanus cupreus</i> , <i>Synageles venator</i> , <i>Micrommata virescens</i> , <i>Metellina segmentata</i> , <i>Tetragnatha extensa</i> , <i>Tetragnatha obtusa</i> , <i>Enoplognatha ovata</i> , <i>Neottiura bimaculata</i> , <i>Phylloneta impressa</i> , <i>Theridion varians</i> , <i>Ebrechtella tricuspidata</i> , <i>Heriaeus graminicola</i> , <i>Misumena vatia</i> , <i>Xysticus cristatus</i> , <i>Xysticus ulmi</i>
Лесные пауки	<i>Anyphaena accentuata</i> , <i>Araneus diadematus</i> , <i>Araniella proxima</i> , <i>Cyclosa conica</i> , <i>Cicurina cicur</i> , <i>Haplodrassus silvestris</i> , <i>Hahnina pusilla</i> , <i>Anguliphantes angulipalpis</i> , <i>Centromerus sylvaticus</i> , <i>Diplostyla concolor</i> , <i>Drapetisca socialis</i> , <i>Neriere clathrata</i> , <i>Neriere emphana</i> , <i>Neriere peltata</i> , <i>Ero cambridgei</i> , <i>Ero furcata</i> , <i>Zora nemoralis</i> , <i>Zora spinimana</i> , <i>Philodromus margaritatus</i> , <i>Pachygnatha listeri</i> , <i>Tetragnatha montana</i> , <i>Tetragnatha pinicola</i> , <i>Episinus angulatus</i> , <i>Parasteatoda lunata</i> , <i>Tmarus piger</i> , <i>Xysticus</i>

	<i>lanio</i>
Пауки водоёмов	<i>Larinioides cornutus</i> , <i>Larinioides patagiatus</i> , <i>Clubiona germanica</i> , <i>Clubiona phragmitis</i> , <i>Clubiona stagnatilis</i> , <i>Hygrolycosa rubrofasciata</i> , <i>Pardosa fulvipes</i> , <i>Pardosa paludicola</i> , <i>Zora armillata</i> , <i>Dolomedes fimbriatus</i> , <i>Dolomedes plantarius</i> , <i>Tetragnatha shoshone</i>
Синантропные пауки	<i>Attulus terebratus</i> , <i>Parasteatoda tepidariorum</i> , <i>Steatoda bipunctata</i>

Приложение № 3

Фотографии некоторых видов пауков, зарегистрированных в д. Алексино Петушинского района Владимирской области в 2023-2024 гг.

Пауки	Особенности строения, важные для идентификации (эпигины, педипальпы, хелицеры)	
		
<i>Araneus diadematus</i>		
		
<i>Dolomedes plantarius</i>		
		

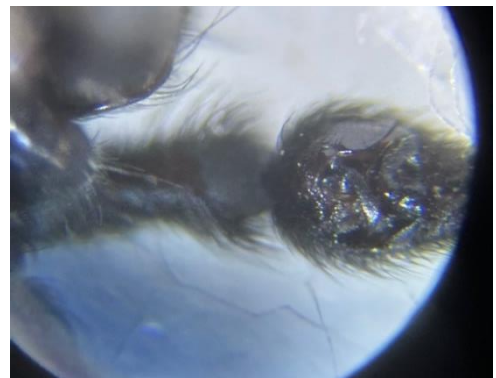
Neriene montana



Misumena vatia



Philodromus margaritatus



Pardosa paludicola



Kaestneria pullata



Singa nitidula



Steatoda bipunctata



Larinioides cornutus



Acantholycosa lignaria



Tetragnatha pinicola

СВЕРХСВЕТОВЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ. МЕТРИКА АЛЬКУБЬЕРРЕ

Морякова Ирина Олеговна,
обучающаяся 9 класса
МАОУ г. Владимира «СОШ № 36».
Руководитель Сергеева
Елена Николаевна,
учитель физики
МАОУ г. Владимира «СОШ № 36»

Введение

Актуальность.

Основное значение варп-двигателя заключается в его способности преодолевать предел скорости света ($299\,792\,458$ м/с), установленной теорией относительности Альберта Эйнштейна. Это ограничение делает межзвёздные путешествия почти недостижимыми при использовании обычных способов передвижения. Даже если использовать космический зонд Вояджер-1 (см. ссылку), самый быстрый космический аппарат на данный момент, путешествие до ближайшей звезды (кроме Солнца) Проксима Центавра займёт около $74\,722$ лет. Варп-двигатель не противоречит теории относительности, а обходит её. При его создании исследования космоса выйдут на новый уровень. В перспективе мы сможем найти планету пригодную для колонизации. даже если варп-двигатель так и не будет создан, исследования в этой области могут способствовать появлению новых технологий и материалов. К примеру, это могут быть технологии управления гравитацией, новые методы производства энергии, синтез антиматерии.

Цель.

Понять основные физические принципы, лежащие в основе концепции варп-двигателя.

Вычислить какое количество и какой энергии нужно для варп-двигателя.

Исследовать возможность сверхсветовых перемещений.

Задачи:

1. Сформулировать и описать основные положения общей теории относительности, на которых базируется концепция варп-двигателя. (см. ссылку)
2. Описать метрику Алькубьерре. (см. ссылку)
3. Объяснить понятия отрицательной массы и энергии, используемые в теории варп-двигателя.
4. Описать методы получения отрицательной энергии. Сделать сравнительный анализ.
5. Оценить влияние двигателя на будущее человечества.
6. Составить личное мнение о будущем варп-двигателя.

Степень изученности.

Метрика Алькубьерре, теоретический аспект:

- Наиболее проработана в теоретическом плане.
- Существует чёткое математическое представление в контексте общей теории относительности.
- Уравнения Алькубьерре хорошо известны и активно обсуждаются в научной литературе.
- Были проведены исследования, посвящённые анализу характеристик варп-пузыря, его устойчивости и энергетическим затратам.
- Ограничения:

- Математическая модель не противоречит общей теории относительности, но не предоставляет решений по поводу физической осуществимости получения отрицательной энергии.
 - Не учитывает квантовые эффекты на малых масштабах.
 - Довольно подробно описан принцип сжатия пространства перед кораблём и расширения позади.
 - Отрицательная энергия необходимая для работы корабля изучается, но на данный момент нет способов её получения.
- Экспериментальный аспект:
- В настоящее время нет экспериментов, которые бы непосредственно подтверждали возможность искривления пространства-времени с использованием доступных технологий.
 - Проводятся исследования в области квантовой физики и гравитации. Они направлены на проверку отдельных аспектов ОТО и квантовой механики, но не на проверку концепции варп-двигателя.
- Модификации метрики Алькубьерре:
- Предложены варианты для снижения необходимой энергии и стабилизации варп-пузыря (тонкие оболочки, градиентные метрики).
 - Изучается вопрос о возможности использования квантовых полей.

Характеристика личного вклада.

Систематизация и анализ информации о метрике Алькубьерре, отрицательной энергии и теоретических способах её получения, расчёт энергии для упрощённой модели двигателя.

Используемая литература и источники:

1. Статья Алькубьерре <https://arxiv.org/pdf/gr-qc/0009013.pdf>
2. Лекция Алькубьерре https://youtu.be/zj5Jxux4uYk?si=H7IkSGJlx_hoXVM
3. Отрицательная энергия. <https://arxiv.org/pdf/0911.3597.pdf>

Основные положения общей теории относительности, на которых базируется концепция варп-двигателя

Варп-двигатель в первую очередь опирается на общую теорию относительности, а не на СТО, но она тоже играет свою роль.

1. Главное положение: Гравитация - это не сила, а искривление пространства-времени.(см. ссылку)
2. Уравнения поля Эйнштейна:(см. ссылку)
3. Принцип локальности: (см. ссылку)
4. Метрика пространства-времени: (см. ссылку)
5. Релятивистское замедление времени и сокращение длины (см. ссылку)
6. Соотношение массы и энергии:
 - СТО устанавливает связь между массой и энергией ($E = mc^2$)
 - Это соотношение имеет ключевое значение для осознания того, что для искривления пространства-времени необходима энергия, и что изменение массы оказывает влияние на гравитацию.
 - Уравнение Эйнштейна предполагает возможность существования отрицательной энергии, хотя на данный момент неясно, как её получить.

Описание принципа работы пузыря Алькубьерре

В 1994 году мексиканский теоретический физик Мигель Алькубьерре нашел решение уравнений гравитационного поля общей теории относительности Эйнштейна, которое позволяет создавать волновую деформацию пространства.

Механизм движения:

- Суть идеи состоит в том, чтобы сформировать специфическую конфигурацию искривленного пространства-времени, которая даст возможность объекту двигаться быстрее света, при этом не нарушая местные физические законы. Это достигается путём формирования "варп-пузыря" вокруг объекта.
- Метрика Алькубьерре:
Метрика — это математическое описание геометрии пространства-времени. Метрика Алькубьерре в своей полной форме описывает искажённое пространство-время вокруг варп-пузыря: (см ссылку)
 $ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$ (см. ссылку)
- Функция $f(r_s)$ определяет форму и свойства варп-пузыря. Она задает, как именно происходит искажение пространства-времени в окрестности пузыря.
Полная форма:
 $f(r_s) = [\tanh(\sigma(r_s + R)) - \tanh(\sigma(r_s - R))] / 2$ (см. ссылку)
- Скорость варп-пузыря ($v_s(t)$):
 - $v_s(t)$ - произвольная функция, определяющая скорость варп-пузыря относительно внешнего наблюдателя в зависимости от времени.
 - Может быть константой, переменной, или описывать заданную траекторию.
 - В рамках метрики, ничто не запрещает $v_s(t)$ быть больше скорости света c
- Тензор Эйнштейна ($G_{\mu\nu}$): Описание кривизны пространства-времени
 - Тензор Эйнштейна $G_{\mu\nu}$ описывает кривизну пространства-времени. Он рассчитывается из метрического тензора $g_{\mu\nu}$.
 - Расчеты тензора Эйнштейна требуют использования символов Кристоффеля, тензора Римана и тензора Риччи, и являются чрезвычайно сложными.
- Тензор энергии-импульса ($T_{\mu\nu}$): Источник кривизны
 - Тензор энергии-импульса $T_{\mu\nu}$ описывает распределение энергии и импульса, которые являются источником кривизны пространства-времени.
 - Уравнения поля Эйнштейна связывают $G_{\mu\nu}$ и $T_{\mu\nu}$:
$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

В простейшем случае (идеальная жидкость) $T_{\mu\nu}$ имеет вид:
 $T_{\mu\nu} = (\rho + p) u_\mu u_\nu + p g_{\mu\nu}$ (см ссылку)
- Плотность энергии (ρ): Ключевой элемент варп-двигателя
 - Для метрики Алькубьерре, плотность энергии ρ имеет ключевое значение, поскольку она должна быть отрицательной в некоторых областях пространства-времени.
 - В простейшей ситуации ее можно представить в следующем виде:
$$\rho = -\left(\frac{c^4}{8\pi G}\right) * \frac{\nabla^2 f(r_s)}{v_s(t)^2}$$
 (см. ссылку)
 - Этот результат (отрицательная плотность энергии) получается после вычисления тензора Эйнштейна и его сравнения с тензором энергии-импульса в рамках уравнений Эйнштейна.

Отрицательная масса и энергия Экзотическая материя

Такая материя нарушила бы одно или несколько энергетических условий и показала бы некоторые странные свойства, такие как противоположно ориентированное ускорение для отрицательной массы. Это означает, что она не притягивает, а отталкивает обычную материю, что противоречит нашим интуитивным представлениям о гравитации.

Отрицательная энергия – это состояние, когда энергии меньше, чем в пустом пространстве. Форма энергии, которая вызывает «обратное» гравитационное воздействие (отталкивание) и искажает пространство-время наоборот. В варп-двигателе необходима для сжатия пространства перед пузырьком и расширения позади него.

Расчёт энергии

Для того чтобы определить какое количество энергии потребуется для варп-пузыря, нужно проинтегрировать плотность энергии (ρ) по всему объёму пространства, где она не будет равна нулю, т.е. в пределах варп-пузыря.

Математически это выглядит так:

$$E = \int \rho \, dV \text{ (см ссылку).}$$

Первый способ

Так как вычисление этого интеграла является очень сложной задачей (плотность ρ и форма варп-пузыря $f(r_s)$, могут быть довольно непростыми функциями), воспользуемся упрощённой формулой для оценки. Примем, что форма пузыря – сфера.

$$E \approx \frac{v_s^2 R c^4}{G} \text{ (см ссылку)}$$

Данная формула позволяет очень грубо оценить предполагаемое количество энергии. Она помогает определить порядок величины. В ней не учитывается сложная структура распределения энергии и форма пузыря, при реальных расчётах потребуется ещё большее количество энергии.

Рассчитаем энергию для варп-пузыря радиусом 10 метров и скоростью в 10 раз превышающую скорость света.

$$E \approx ((10 * 3 \times 10^8 \text{ м/с})^2 * 10 \text{ м} * (3 \times 10^8 \text{ м/с})^4) / 6.674 \times 10^{-11} \text{ Н(м/кг)}^2$$

$$E \approx 1092.4 \times 10^{60} \text{ Дж} \quad E \approx 1,092 \times 10^{63} \text{ Дж}$$

Второй способ

Допустим, что энергия пузыря эквивалентна энергии массы, способной искривлять пространство. Тогда нам нужно найти такое количество массы, которое было бы способно искривить пространство для создания сферы радиусом 10 метров. Для того чтобы найти массу используем формулу для радиуса Шварцшильда.

$$r = \frac{2GM}{c^2} \text{ (см ссылку)}$$

$$\text{Из этой формулы мы выразим массу: } M = \frac{rc^2}{2G}$$

Подставляем значения:

$$M = 10 \text{ м} * (3 * 10^8 \text{ м/с})^2 / 2 * 6.674 * 10^{-11} \text{ Н(м/кг)}^2$$

$$M = 9 * 10^{17} / 13.348 * 10^{-11} \approx 6.7 * 10^{27} \text{ кг}$$

Подставляем значение в формулу Эйнштейна для энергии:

$$E = mc^2$$

$$E = 6.7 * 10^{27} \text{ кг} * (3 * 10^8 \text{ м/с})^2$$

$$E = 6.7 * 10^{27} \text{ кг} * 9 * 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2 \approx 6 * 10^{44} \text{ Дж}$$

Сравнение:

Светимость Солнца (мощность) Солнца $3,828 \times 10^{26}$ ватт

Полная энергия Солнца, выделенная за время его существования (примерно 4,6 млрд лет)
 $3,5 \times 10^{43} \text{ Дж}$

Вывод:

- Все расчёты очень приблизительные.

- Требуется непостижимое количество энергии, эквивалентное энергии звезды, но мы не знаем, на какое количество времени её хватит, поэтому даже полная энергия Солнца не идёт в сравнение с количеством нужной энергии для пузыря.
- Значительный вклад в результат вносит скорость света в квадрате (четвёртой степени)

Методы получения отрицательной энергии

Характеристика	Эффект Казимира (обычный)	Эффект Казимира динамичный (быстрое зеркало)	Использование высокомошных лазерных лучей	Испускание энергии чёрной дырой (процесс Пенроуза)
Основной принцип работы	Ограничение виртуальных частиц, отрицательная плотность энергии. Изменение спектра квантовых флуктуаций	Движение зеркал производит рождение частиц, может быть отрицательная энергия	Интенсивное лазерное поле порождает нелинейные эффекты, гипотетически отрицательная энергия	Получение энергии из вращающейся чёрной дыры (эргосферы)
Тип создаваемой энергии.	Отрицательная плотность энергии	Вероятно, отрицательная энергия на микроуровне, рождение частиц	Возможно создание отрицательной энергии, рождение пар	Может быть извлечена отрицательная энергия (теоретически)
Экзотическая материя	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется, гравитационная энергия
Масштабируемость, размер эффекта	Микроскопические масштабы	Очень сложно масштабировать	Множество сложностей масштабирования, требуются мощные лазеры	Очень сложно масштабировать
Управляемость эффектом	Нет возможности управлять	Сложность контроля процесса из-за скорости	Сложность контроля процесса из-за нелинейных эффектов	Большие сложности контроля процесса из-за экстремальных условий
Стабильность процесса	Стабилен	Не стабилен	Возможна нестабильность	Не стабилен
Эффективность	Низкая, значения плотности энергии -	Очень низкая, слишком много	Низкая, значительная	Довольно низкая,

	маленькие	потеря энергии на движение зеркал	часть энергии идёт на рождение частиц	проблемы с извлечением энергии из чёрной дыры
Свойства получаемой энергии, тип энергии	Между пластинами возникает отрицательная плотность энергии	В виде частиц и античастиц, возможно отрицательной энергии	Высокочастотное излучение, рождение пар частиц	Точно неизвестно, вращательная энергия чёрной дыры
Технологическая сложность	Для наблюдения – низкая, для использования – высокая	Чрезвычайно высокая, требуются нанотехнологии и высокая скорость	Чрезвычайно высокая, мощность лазера, управление	Чрезвычайно высокая, работа с чёрными дырами
Экспериментальные подтверждения	Есть, в масштабах микромира	Нет	Нет	Нет
Потенциальные побочные эффекты	Нет	Возможны повреждения от высоких скоростей зеркал	Высокое излучение	Изменение гравитационного поля
Способность генерировать отрицательную энергию	Только плотность	Теоретически да	Теоретически да	Теоретически да

Вывод:

1. Ни один из рассмотренных вариантов не является реализуемым решением для получения отрицательной энергии, необходимой для варп-двигателя, на настоящий момент.
2. Все методы кроме эффекта Казимира (обычного) не были подтверждены и являются теоретическими концепциями.
3. Все варианты имеют проблему масштабирования и крайне низкую эффективность.
4. Плохая контролируемость процессов.
5. Наиболее подходящий вариант – процесс Пенроуза так как:
 - В отличие от остальных, использует непосредственно гравитационную энергию, что и требуется для варп-двигателя.
 - Наиболее высокая мощность.
 - По некоторым гипотезам, может напрямую создавать отрицательную энергию в отличие от других вариантов.

Заключение

Влияние варп-двигателя на будущее человечества

Существенное сокращение времени на межзвёздные и межгалактические перелёты. Освоение других планет и их колонизация, добыча полезных ископаемых. Создание новых материалов, технологий и углублённое понимание законов физики. Взаимодействие с инопланетными цивилизациями, патогенами и неблагоприятными условиями. Возможное применение технологий в военных целях. Добыча полезных ископаемых с других планет.

Личное мнение о будущем варп-двигателя

В настоящее время я с большим сомнением смотрю на концепцию варп-двигателя, принимая во внимание все известные физические законы и технологические ограничения. Однако я не исключаю возможность его создания в далёком будущем, если произойдут значительные открытия в области физики. Варп-двигатель скорее служит ориентиром, указывающим на направления будущих исследований в физике, чем реальной целью, которую можно достичь в ближайшие десятилетия или даже столетия. Даже если он не будет разработан, исследования в этой области могут открыть путь к новым технологиям и достижениям в других областях науки и техники, таких как материаловедение, энергетика и квантовые технологии.

Вывод

При нынешнем уровне технологий и объёме знаний создание варп-двигателя – практически невозможно, так как препятствия на пути его создания являются фундаментальными и требуют таких открытий в фундаментальной физике, которые возможно никогда и не произойдут.

Основные проблемы создания варп-двигателя: необходимость экзотической материи, с отрицательной энергией; отсутствие технологий позволяющих контролировать и искривлять пространство-время; нужна единая теория, которая объединяла бы ОТО и квантовую механику; гигантский объём энергии нужной для работы двигателя; отсутствие уверенности в стабильности пузыря и безопасности перемещений; необходим совершенно новый уровень технологий для создания варп-двигателя.

Список источников

1. Лекция Алькубьерре https://youtu.be/zj5Jxux4uYk?si=H7lkkSGJlx_hoXVM
2. Отрицательная энергия.
<https://www.sciencedaily.com/releases/2017/04/170417095534.htm>
<https://www.sciencedaily.com/releases/2019/10/191002102750.htm>
<https://arxiv.org/pdf/0911.3597.pdf>
3. Статьи Алькубьерре. Оригинальная <https://arxiv.org/pdf/gr-qc/0009013.pdf>
Обзорная <https://arxiv.org/pdf/2103.05610.pdf>
4. Справочник от автор 24
5. Уже наступило (видеолекции)

Приложение

1 «Вояджер-1» (англ. Voyager-1; буквально — «Странник») — американский космический зонд, исследующий Солнечную систему с 5 сентября 1977 года. «Вояджер-1» является самым быстрым из покидающих Солнечную систему космических зондов, а также наиболее удалённым от Земли объектом из созданных человеком. Текущее удаление «Вояджера-1» от Земли и от Солнца, скорость его движения и статус научной аппаратуры отображаются в режиме реального времени на сайте NASA[2].



1

¹ Объяснить понятия пространства-времени, гравитации как искривления пространственно-временного континуума, их связь с идеей двигателя.

¹ Объяснить, каким образом метрика помогает концептуально осмыслить возможность перемещения со скоростью, превышающей скорость света.

¹ Метрика задаёт искривление пространства, которое ощущает наблюдатель, который движется с ускорением, а также определяет искривление пространства в поле массивных тел.

¹ Суть идеи состоит в том, чтобы сформировать специфическую конфигурацию искривлённого пространства-времени, которая даст возможность объекту двигаться быстрее света, при этом не нарушая местные физические законы. Это достигается путём формирования "варп-пузыря" вокруг объекта.

¹ Общепринятая в настоящее время теория тяготения, описывающая тяготение как проявление геометрии пространства-времени

¹ Такой пузырь сжимает пространство-время перед собой и расширяет пространство-время позади себя

¹ Это состояние, когда энергии меньше, чем в пустом пространстве. Форма энергии, которая вызывает «обратное» гравитационное воздействие (отталкивание) и искажает пространство-время наоборот.

1

Физическая модель, дополняющая пространство равноправным[1] временным измерением и таким образом создающая теоретико-физическую конструкцию, которая называется пространственно-временным континуумом.

¹ Массивные объекты искривляют пространство-время вокруг себя. Чем больше масса, тем сильнее искривление.

Объекты движутся не под действием силы гравитации, а по кратчайшим путям в искривлённом пространстве-времени.

1 Уравнения поля Эйнштейна — это десять уравнений, содержащихся в тензорном уравнении, которые описывают гравитацию как результат искривления пространства-времени массой и энергией, что определяет геометрию пространства-времени.

¹ Связывают кривизну пространства-времени с распределением массы и энергии.

Варп-двигатель, согласно ОТО, не нарушает физические законы, а является их логическим следствием при определённых условиях.

ОТО позволяет предполагать, что пространство-время может искривляться не только под воздействием массы, но и энергии, включая отрицательную.

Варп-двигатель использует эту концепцию, предполагая, что при создании определённой конфигурации энергии можно сжимать пространство перед кораблём и расширять его сзади.

Это приводит к образованию пузыря, в котором корабль перемещается по искажённому пространству.

¹ Влияние объектов распространяется со скоростью не более скорости света в вакууме.

Варп-двигатель не противоречит этому принципу, так как сам корабль не превышает скорость света внутри своего варп-пузыря.

Хотя скорость варп-пузыря может превышать скорость света относительно внешнего наблюдателя, но это достигается за счёт искривления пространства, а не за счёт перемещения самого корабля в пространстве.

¹ ОТО описывает геометрию пространства-времени с помощью метрического тензора.

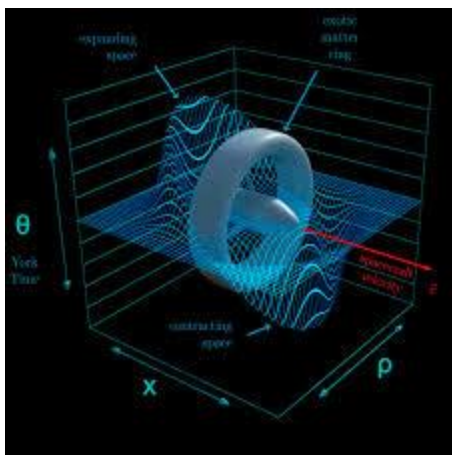
Метрика Алькубьерре описывает конкретную конфигурацию пространства-времени, которая соответствует варп-двигателю.

Форма метрики определяет, как будет искривляться пространство-время.

¹ СТО (специальная теория относительности) утверждает, что при движении со скоростями, близкими к световой, время замедляется, а длины уменьшаются, тем не менее, эти явления не оказывают прямого воздействия на функционирование варп-двигателя.



1



¹ Где:

ds^2 — элемент интервала пространства-времени.

$g_{\mu\nu}$ — метрический тензор, описывающий геометрию пространства-времени.

dx_μ и dx_ν — компоненты дифференциалов координат (μ и ν пробегает значения от 0 до 3).

Компоненты метрического тензора $g_{\mu\nu}$ в координатах (t, x, y, z) :

$$g_{00} = -c^2 + (v_s(t) f(r_s))^2$$

$$g_{01} = -v_s(t) f(r_s)$$

$$g_{10} = -v_s(t) f(r_s)$$

$$g_{11} = 1$$

$$g_{22} = 1$$

$$g_{33} = 1$$

$g_{\mu\nu} = 0$ для всех остальных комбинаций μ и ν .

Где:

c — скорость света в вакууме.

$v_s(t)$ — скорость варп-пузыря в зависимости от времени.

$f(r_s)$ — функция формы варп-пузыря, зависящая от расстояния r_s от центра пузыря.

Функция формы ($f(r_s)$): Определение формы варп-пузыря

¹ Где:

$r_s = \sqrt{((x - x_s(t))^2 + y^2 + z^2)}$ — расстояние от центра пузыря до заданной точки.

$x_s(t)$ — положение центра пузыря в зависимости от времени.

R — радиус варп-пузыря.

σ — параметр, определяющий толщину стенки варп-пузыря

¹ тензорная величина, представляющая собой вариационную производную скалярной кривизны связности Леви-Чивиты по метрическому тензору. В этом качестве стоит в левой части уравнения Эйнштейна.

¹ Где:

ρ — плотность энергии.

p — давление.

u_μ — четырехмерная скорость жидкости.

¹ Где:

∇^2 - оператор Лапласа

¹ Где:

E - общая энергия варп-пузыря.

ρ - плотность энергии (зависит от координат пространства и времени).

dV - элемент объема.

¹ Где: E - приближенная оценка энергии варп-пузыря v_s - скорость варп-пузыря. R - радиус варп-пузыря. c - скорость света в вакууме. G - гравитационная постоянная

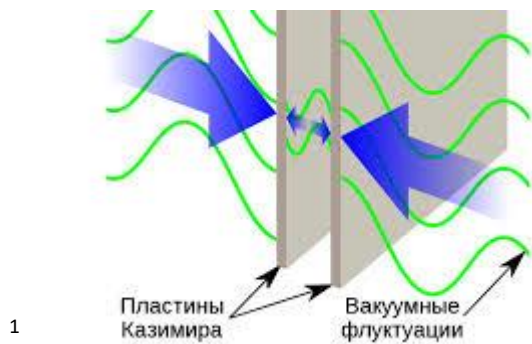
¹ Где:

r - радиус Шварцшильда (радиус чёрной дыры), 10 метров.

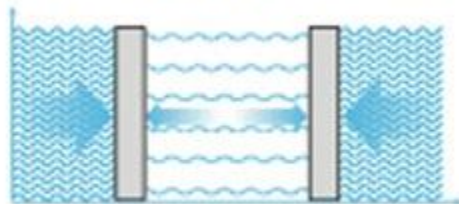
G - гравитационная постоянная.

M - масса.

c - скорость света.

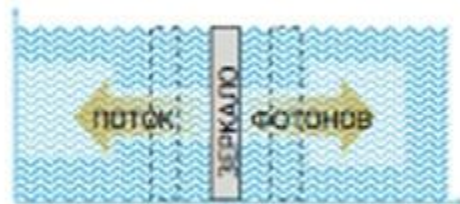


СТАТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КАЗИМИРА



СИЛА ПРИТЯЖЕНИЯ

ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КАЗИМИРА



¹ https://spravochnick.ru/fizika/fizicheskie_gipotezy/varp-dvigatel_kak_fizicheskaya_gipoteza/?ysclid=m6nyia36dk357564236

¹ <https://youtu.be/EPIjDWi2Zn4?si=qfhA-CpKGcw3d0W>
<https://youtu.be/SITfWas-TpM?si=ejY9DpWoJHdSGI1E>
<https://youtu.be/kBv7pW-Yf40?si=78B1BzRxxgXb93UJx>
https://youtu.be/_fRPCw4fGqA?si=1HLbEHvQlPPCMRbl
<https://youtu.be/-elj6gxPxY0?si=dBA-NVnFhgVqoQr9>

КУБИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Пестова Виктория Антоновна,

обучающаяся 11 класса

МБОУ г. Коврова «СОШ № 19»

Руководитель: Фоменкова Екатерина Викторовна,

учитель математики

МБОУ г. Коврова «СОШ № 19»

Введение

При подготовке к ОГЭ, ЕГЭ и олимпиадным задачам по математике я часто сталкивалась с различными типами уравнений высших степеней, среди которых меня заинтересовали кубические уравнения. Решение кубических уравнений представляет собой сложный процесс, который требует не только глубокого понимания теоретических основ алгебры, но и практических навыков, необходимых для эффективного применения различных методов решения. Поэтому я решила провести исследование «Кубические уравнения и способы их решения»

Цель работы: изучение способов решения кубических уравнений

Задачи:

1. Изучить историю развития решения целых кубических уравнений.
2. Изучить методы решения кубических уравнений.
3. Применить различные способы решения кубических уравнений при решении заданий для подготовки к ГИА по математике.
4. Познакомить одноклассников со способами решения кубических уравнений.
5. На основе анкетирования выяснить мнение одноклассников о рациональности методов решения кубических уравнений.
6. Составить методическое пособие «Кубические уравнения».

Гипотеза: Существует связь между коэффициентами кубического уравнения и его корнями, при решении таких уравнений можно применять разнообразные способы.

Объект исследования: Кубическое уравнение.

Предмет исследования: Способы решения кубических уравнений.

Актуальность: Выпускник современной школы должен обладать прочными математическими знаниями, уметь их применять, использовать рациональные способы при решении задач в практических ситуациях, на экзамене по математике. Как правило, задачи, связанные с решением уравнений высших степеней вызывают затруднения у учащихся, т.к. им не знакомы способы их решения. Поэтому, исследование методов решения кубических уравнений и их рациональности является актуальным вопросом.

Методы исследования: В ходе работы по теме исследования, использовались следующие методы исследования: теоретический анализ информационного материала (Интернет-ресурсов; литературных источников); синтез полученных данных; систематизация теоретических и практических знаний по теме исследования; социологический опрос и обработка результата в виде диаграмм.

Основная часть

Теоретическая часть

1. История кубических уравнений

Решение алгебраических уравнений с одним неизвестным представляет собой одну из труднейших и древнейших математических задач. Этими задачами занимались самые выдающиеся математики древности.

Первые упоминания об уравнениях и решении линейных уравнений появились с начала II тысячелетия до н.э. в Древнем Вавилоне. В Древней Греции уравнения решались при помощи геометрической фигуры. Числа отождествлялись с длинами отрезков. Нахождение неизвестной величины означало построение искомого отрезка.

С VI века в средневековой Индии и Китае, в странах Арабского Востока появляются решения квадратных уравнений.

Я изучила историю развития понятия «кубические уравнения и способы их решения» и результаты представила в хронологической таблице (Приложение №1. Таблица №1).

2. Определение кубических уравнений

Уравнение вида $p_n(x) = 0$, где $p_n(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n$ - многочлен степени n , где $a_0, a_1, \dots, a_n$ - действительные числа, $a_0 \neq 0$, называют алгебраическим уравнением n -степени. При $n=1$, уравнение называют линейным, при $n=2$ – квадратным.

При $n>2$, уравнение называют уравнением высшей степени.

Решить уравнение – значит найти все его корни или доказать, что корней нет.

Корень уравнения - это значение переменной, которое обращает данное уравнение в верное равенство.

Кубическое уравнение – это уравнение третьей степени вида

$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, где a, b, c, d – некоторые числа, причем $a \neq 0$

Если $a = 1$, то уравнение называют приведенным кубическим уравнением:

$$x^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

Практическая часть

3. Основные способы решения кубических уравнений

Мною были изучены основные способы решения кубических уравнений¹(Приложение№2), и я применила их для решения заданий.

Способы решения уравнений:

- 1) разложение на множители
- 2) метод замены (замена переменной, позволяющая получить уравнение меньшей степени, чем исходное)
- 3) графический метод
- 4) теорема Виета (для уравнений степени $n > 2$)
- 5) теорема Безу (понижение степени уравнения)
- 6) формулы Кардано
- 7) использование монотонности функции
- 8) графический способ - 2
- 9) метод тригонометрических подстановок

1.Разложение на множители

Пример 1. Найти действительные корни уравнения $3x^3 + 4x^2 + 2x = 0$.

Решение: $x(3x^2 + 4x + 2) = 0$, $x = 0$. Квадратный трехчлен $3x^2 + 4x + 2$ действительных корней не имеет, т.к. $D = 4 - 6 = -2 < 0$.

Ответ: 0.

2) Применение формул сокращенного умножения

Пример 2. Решить уравнение $x^3 + 3x^2 + 3x - 1 = 0$

Решение: Прибавим к обеим частям уравнения 2, получим: $x^3 + 3x^2 + 3x + 1 = 2$

$$(x + 1)^3 = 2$$

$$x + 1 = \sqrt[3]{2}$$

$$x = \sqrt[3]{2} - 1$$

Ответ: $\sqrt[3]{2} - 1$

3) Способ группировки

Пример 3. Решить уравнение $x^3 + 3x^2 - x + 3 = 0$

Решение: $x^2(x + 3) - (x - 3) = 0$

$$(x - 3)(x - 1)(x + 1) = 0$$

$$x = -1; x = 1; x = 3.$$

Ответ: -1; 1; 3.

2. Метод замены

Пример 4. Решить уравнение $x^3 - 5x + 2\sqrt{3} = 0$

Решение: Замена $x = t\sqrt{3}$

$$(t\sqrt{3})^3 - 5t\sqrt{3} + 2\sqrt{3} = 0 \text{ или } 3\sqrt{3}t^3 - 5t\sqrt{3} + 2\sqrt{3} = 0 \text{ или } 3t^3 - 5t + 2 = 0$$

В результате получили уравнение с целыми коэффициентами, которое можно решить, например, группировкой:

$$3t^3 - 3t - 2 = 0$$

$$3t(t^2 - 1) - 2(t - 1) = 0$$

$$(t - 1)(3t^2 + 3t - 2) = 0$$

$$t - 1 = 0 \text{ или } 3t^2 + 3t - 2 = 0$$

$$t = 1 \text{ или } t = \frac{-3 \pm \sqrt{33}}{6}$$

$$\text{Возврат: } x = t\sqrt{3}, x = \frac{-3 \pm \sqrt{33}}{6} \cdot \sqrt{3} = \frac{-\sqrt{3} \pm \sqrt{11}}{2}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{3}; \frac{-\sqrt{3} \pm \sqrt{11}}{2}$$

При решении уравнений удачная замена переменных позволяет свести задачу к более простой. При решении многих уравнений трудно угадать, какую новую переменную нужно ввести, чтобы упростить уравнение. Поэтому для некоторого класса уравнений вводится стандартная замена.

1. Если свободный член равен 1, то используется замена $x = \frac{1}{a}$

2. Подстановка $x = y - \frac{b}{3a}$ приводит кубическое уравнение к неполному кубическому уравнению вида $y^3 - c = 0$

3. Графический метод

Пример 5. Решить уравнение $x^3 - x^2 - 1 = 0$

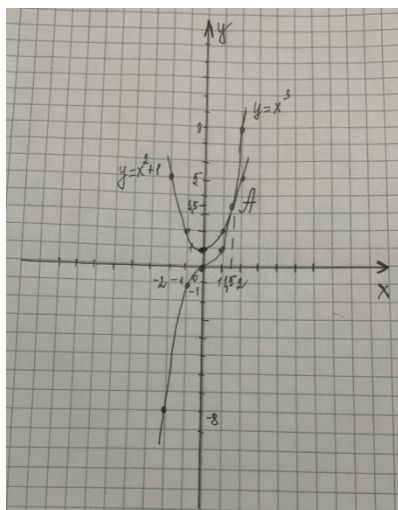
Преобразуем уравнение $x^3 = x^2 + 1$

Построим график функций $y = x^3$ и $y = x^2 + 1$

$$1) y = x^3$$

x	0	1	2	-1	-2
y	0	1	8	-1	-8

2) $y = x^2 + 1$ - квадратичная функция, график – парабола, ветви которой направлены вверх, т.к. $a = 1, a > 0$



Координаты вершины: (0;1)

x	1	2	-1	-2
y	2	5	2	5

Графики пересекаются в точке А (1,5; 3,5), следовательно, уравнение имеет один корень 1,5

Ответ: 1,5

Вывод: С помощью графического метода можно приближенно находить корни уравнения или решать вопрос о количестве рациональных корней уравнения.

Рис. 1 Графический метод

4. Теорема Виета

Из курса алгебры 8 класса известно, что данная теорема используется для квадратного уравнения, но ее можно применить и для решения уравнений высших степеней.

Пример 6. Решить уравнение $x^3 + x^2 - 4x - 4 = 0$

Решение. Применяя теорему Виета, получим систему:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = -\frac{1}{1} = -1, \\ x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3 = -\frac{4}{1} = -4, \\ x_1x_2x_3 = 4; \end{cases}$$

Решив систему найдем корни уравнения: $\begin{cases} x_1 = -2, \\ x_2 = 2, \\ x_3 = -1. \end{cases}$

Ответ : -2; -1; 2.

Вывод: данный способ достаточно легок для понимания, так как чтобы находить корни уравнений с помощью данной теоремы необходимо обладать хорошими вычислительными навыками.

5.Использование теоремы Безу

Пример 7. Решить уравнение $x^3 - 7x^2 + 14x - 8 = 0$

Решение: сумма всех коэффициентов многочлена равна $1 - 7 + 14 - 8 = 0$,

Следовательно, $x = 1$ корень уравнения. Значит, по теореме Безу, многочлен

$x^3 - 7x^2 + 14x - 8$ делится без остатка на двучлен $x - 1$.

Способы деления могут быть разными, уголком или с помощью схемы Горнера.

$$\begin{aligned}x^3 - 7x^2 + 14x - 8 &= 0; \\(x - 1)(x^2 - 6x + 8) &= 0; \\(x - 1)(x - 2)(x - 4) &= 0; \\x = 1, x = 2, x = 4.\end{aligned}$$

Ответ: 1; 2; 4.

Рис.2 Деление уголком

$$\begin{array}{r}x^3 - 7x^2 + 14x - 8 \quad | \quad x - 1 \\ \underline{x^3 - x^2} \\ -6x^2 + 14x \\ \underline{-6x^2 + 6x} \\ -8x - 8 \\ \underline{8x - 8} \\ 0\end{array}$$

Вывод: При решении кубических уравнений с помощью деления многочленов или схемы Горнера удастся понизить степень уравнения - свести решение кубического уравнения к решению уравнений первой и второй степени.

6. Формулы Кардано

В случае, когда кубическое уравнение не имеет рациональных корней, применяются формулы Кардано, которая были выведены в XVI веке итальянским математиком Джироламо Кардано. (Приложение №2)

Пример 8. Решить уравнение $x^3 + 4x^2 + 6x + 3 = 0$

Решение: приведем уравнение $x^3 + 4x^2 + 6x + 3 = 0$ к виду $x^3 + px + q = 0$

Заменой $x = y - \frac{a}{3}$, $x = y - \frac{4}{3}$

$$\left(y - \frac{4}{3}\right)^3 + 4\left(y - \frac{4}{3}\right)^2 + 6\left(y - \frac{4}{3}\right) + 3 = 0$$

$$y^3 - 3y^2 \cdot \frac{4}{3} + 3y \cdot \frac{16}{9} - \frac{64}{27} + 4y^2 - 4 \cdot 2y \cdot \frac{4}{3} + 4 \cdot \frac{16}{9} + 6y - 8 + 3 = 0$$

$$y^3 - 4y^2 + \frac{16}{3}y - \frac{64}{27} + 4y^2 - \frac{32}{3}y + \frac{64}{9} + 6y - 5 = 0$$

$$y^3 - \frac{2}{3}y - \frac{7}{27} = 0,$$

$$\text{Найдем значение выражения } D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} = \frac{49}{27^2 \cdot 4} + \frac{8}{27 + 27} = \frac{81}{27^2 \cdot 4} > 0$$

Уравнение имеет три различных корня, один из них действительный.

$$y = \sqrt[3]{\frac{7}{54} - \sqrt{\frac{81}{27^2 \cdot 4}}} + \sqrt[3]{\frac{7}{54} + \sqrt{\frac{81}{27^2 \cdot 4}}} = \sqrt[3]{\frac{7}{54} - \frac{9}{54}} + \sqrt[3]{\frac{7}{54} + \frac{9}{54}} = \sqrt[3]{-\frac{1}{27}} + \sqrt[3]{\frac{8}{27}} = -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

Разделим по схеме Горнера $y^3 + \frac{2}{3}y - \frac{7}{27}$ на $x + \frac{1}{3}$

корень	1	0	$\frac{2}{3}$	$-\frac{7}{27}$
$\frac{1}{3}$	1	$0 + \frac{1}{3} \cdot 1 = \frac{1}{3}$	$\frac{2}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{7}{9}$	$-\frac{7}{27} + \frac{1}{3} \cdot \frac{7}{9} = 0$

$y^3 - \frac{2}{3}y - \frac{7}{27} = (y - \frac{1}{3})(y^2 - \frac{1}{3}y + \frac{7}{9}) = 0$, $y = \frac{1}{3}$, второе уравнение действительных корней не имеет. Тогда $x = \frac{1}{3} - \frac{4}{3} = -1$

Ответ: -1

Пример 9. Решить уравнение $x^3 - 12x + 16 = 0$

Решение: $p = -12$; $q = 16$

$D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} = \frac{256}{4} + \frac{(-12)^3}{27} = 64 - 64 = 0$, уравнение имеет три действительных корня, два из которых совпадают.

$$X_1 = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} = \sqrt[3]{-\frac{16}{2} + \sqrt{0}} + \sqrt[3]{-\frac{16}{2} - \sqrt{0}} = \sqrt[3]{-8} + \sqrt[3]{-8} = -4$$

Остальные корни находим по схеме Горнера:

	1	0	-12	16
-4	1	$0 = (-4) \cdot 1 = -4$	$-12 + (-4)(-4) = 4$	$16 + (-4) \cdot 4 = 0$

$$x^3 - 12x + 16 = (x + 4)(x^2 - 4x + 4) = (x + 4)(x + 2)(x - 2) = 0$$

$$x = -4, x = -2, x = 2.$$

Ответ: -4; -2; 2.

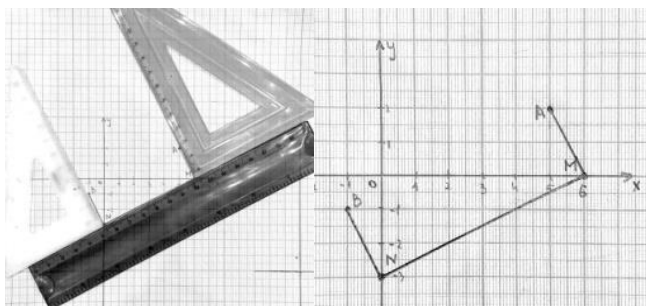
7. Использование монотонности функций

Пример 10. Решить уравнение: $x^3 + x - 2 = 0$, $x^3 = 2 - x$

Рассмотрим функции $y = x^3$ и $y = 2 - x$; Функция $y = x^3$ возрастает на всей своей области определения, а функция $y = 2 - x$ убывает на области определения. Следовательно, данное уравнение имеет не более одного корня. Подбором находим, что $x = 1$ является корнем, проверка это подтверждает.

Ответ: 1

8. Графический способ - 2¹ (Описание способа представлено в приложении №2)



Пример 11. Решить уравнение $2x^3 + 5x^2 - x - 1 = 0$

рис.3

рис.4

1) Найдем координаты точек $A(b, a)$ и $B(d, c)$, отметим их в прямоугольной декартовой системе координат: $A(5, 2)$, $B(-1, -1)$.

2) Если мы сможем провести маршрут от точки A до точки B , следуя следующему пути: A — ось абсцисс (точка M) — ось ординат (точка N) — B , поворачивая каждый раз на 90° , то число $x_0 = \frac{x_M - b}{a}$, где x_M — абсцисса точки M , будет действительным корнем уравнения $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, т. е. x_0 равно длине проекции первого звена AM ломаной на ось Ox (с учетом знака), деленной на a .

$$\text{Получили: } A(5; 2), B(-1; -1), M(6; 0), N(0; -3); x_0 = \frac{x_M - b}{a}, x_0 = \frac{6 - 5}{2} = \frac{1}{2}$$

3) С использованием схемы Горнера найдем остальные корни:

	2	5	-1	-1
$\frac{1}{2}$	2	6	2	0

Получили: $(x - \frac{1}{2})(2x^2 + 6x + 2) = 0$, откуда $x = \frac{-3 - \sqrt{5}}{2}$, $x = \frac{-3 + \sqrt{5}}{2}$. Ответ: $\frac{-3 \pm \sqrt{5}}{2}$, $\frac{1}{2}$

Вывод: Наибольшую трудность при данном способе решения кубических уравнений представляет построение ломаной линии $AMNB$. Его можно выполнять с помощью линейки и двух угольников или рейсшины угольника.

9. Метод тригонометрических подстановок

Пример 12. Решить уравнение $8x^3 - 4x - 1 = 0$

Решение: Уравнение равносильно уравнению $4x(2x^2 - 1) = 1$. Отсюда следует, что при $x \leq -1$ значение левой части отрицательно, а при $x \geq 1$ больше 1, т.е. корни возможны только из интервала $(-1; 1)$. Тогда выполним замену $x = \cos t$ при $t \in (0; \pi)$, и уравнение примет вид $4\cos t(2\cos^2 t - 1) = 1$, $\cos t \cos 2t = \frac{1}{4}$, $\frac{2\sin 2t \cdot \cos 2t}{\sin t} = 1$.

После умножения на $\sin t \neq 0$ по формуле синуса двойного угла получаем

$$\sin 4t = \sin t, 2\cos \frac{5t}{2} \sin \frac{3t}{2} = 0, \cos \frac{5t}{2} = 0 \text{ или } \sin \frac{3t}{2} = 0$$

$$\text{Откуда } \frac{5t}{2} = \frac{\pi}{2} + \pi k \text{ или } \frac{3t}{2} = \pi n; t = \frac{\pi}{5} + \frac{2\pi k}{5} \text{ или } t = \frac{2\pi n}{3}, k \in \mathbb{Z}, n \in \mathbb{Z}.$$

$$\text{Условию } t \in (0; \pi) \text{ удовлетворяют } t = \frac{\pi}{5}, t = \frac{3\pi}{5}, t = \frac{2\pi}{3}$$

$$\text{Обратная замена: } x = \cos \frac{\pi}{5} = \frac{\sqrt{5}+1}{4} \text{ или } x = \cos \frac{3\pi}{5} = \frac{1-\sqrt{5}}{4} \text{ или } x = \cos \frac{2\pi}{3} = -\frac{1}{2}.$$

$$\text{Ответ: } -\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{5}+1}{4}, \frac{1-\sqrt{5}}{4}.$$

4. Применение способов решения кубических уравнений при подготовке к ЕГЭ по математике (профильный уровень)

Рассмотренные способы решения кубических уравнений возможно применять при подготовке к ЕГЭ по математике (Профильный уровень).

Мною было рассмотрено задание № 15. Решу ЕГЭ № 508518 (математика профильный уровень).

Данное задание я решила несколькими способами – с помощью формул Виета, метода разложения многочлена на множители, теоремы Безу и схемы Горнера. (Приложение №3)

5. Диагностика «Использование способов решения кубических уравнений на уроках математики»

Я поделилась результатами исследовательской работы с учащимися 10-х и 11-х классов своей школы, выступив перед ними на занятиях элективного курса по алгебре. Затем, для того, чтобы выяснить, рациональность использования этих способов я провела социологический опрос. (Приложение №4) В нем приняли участие 68 человек.

Мною были получены следующие результаты: большинство ребят испытывает затруднения по теме «Решение кубических уравнений». 56% ребят отметили, что использование теоремы Виета является рациональным, 52% опрошенных отвечали, что использование формул Кардано вызывает у них затруднения. Более половины учащихся (56%) отметили, что рассмотренные методы решения кубических уравнений будут использовать при подготовке к ГИА по математике.

Проанализировав результаты опроса, я сделала вывод, что данная исследовательская работа является для учащихся актуальной. Поэтому мною было разработано методическое пособие «Кубические уравнения», с которым я поделилась со своими одноклассниками.

6. Использование искусственного интеллекта для решения кубических уравнений

Нейросеть говорит, что самого "удобного" способа, который бы работал идеально для всех кубических уравнений, не существует. Сложность в том, что кубические уравнения могут иметь разные формы и типы корней (действительные, комплексные, кратные). Однако, нейросеть выделила формулы Кардано как наиболее общий и мощный инструмент, т.к. этот способ, несмотря на сложность решения, работает для любого кубического уравнения (даже с комплексными коэффициентами), предоставляет формулу для корней. В большинстве практических задач с числовыми кубическими уравнениями лучше всего использовать компьютерную программу (например, Wolfram Alpha, Python с библиотекой NumPy) для нахождения корней.

Заключение

Работая по теме исследования, я осознала, насколько сложными и длительными были процессы, приведшие к формированию знаний о кубических уравнениях. Математики древности и периода Возрождения изначально воспринимали такие уравнения как новшество и загадку. Вклад арабских ученых был значимым, но итальянские ученые смогли продвинуть это направление еще дальше, развивая методы и подходы к их решению. Рассмотренные в данной исследовательской работе методы решения кубических уравнений подтвердили мою гипотезу: существуют формулы, связывающие корни уравнения и коэффициенты кубического уравнения. Полученные знания, несомненно, окажут влияние на мое будущее, поскольку тема уравнений — как кубических, так и других — всегда остается актуальной и востребованной.

Я уверена, что изучение этой темы откроет передо мной новые горизонты и возможности. Я планирую продолжать исследование методов решения уравнений высших степеней, углубляя свои знания и стремясь раскрыть дополнительные аспекты этой увлекательной области математики.

Список используемой литературы

- 1) Краснодемская А. Графическое решение кубических уравнений. Журнал «Квант», №9, 1976
- 2) Мерзляк А.Г. Алгебраический тренажер: Пособия для школьников и абитуриентов. - М: Илекса, 2001
- 3) Никольский С. М. Математика: алгебра и начала математического анализа, 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни - М.: Просвещение, 2023
- 4) Рубинштейн А. О кубических уравнениях. Журнал «Квант», №2, 1998

Приложение №1. Таблица №1. Развитие понятия «кубические уравнения»

Ученый	Годы жизни	Открытия
Франсуа Виет- французский математик, основоположник символической алгебры.	1540г.–1603г.	• Разработка нового языка — символического языка алгебры. • Создание «формул Виета» для коэффициентов многочлена как функций его корней. • Новый тригонометрический метод решения неприводимого кубического уравнения. • Первый пример бесконечного произведения, формула Виета для приближения

		числа π. • Полное аналитическое изложение теории уравнений первых четырёх степеней. • Идея применения трансцендентных функций к решению алгебраических уравнений. • Оригинальный метод приближённого решения алгебраических уравнений.
Этьен Безу-французский математик, член Французской академии наук.	31 марта 1730г. — 27 сентября 1783г.	• кольцо Безу, • соотношение Безу, • теорема Безу, • теорема Безу (алгебраическая геометрия). • Автор шеститомного «Курса математики» (1764—1769), неоднократно переиздававшегося.
Уильям Джордж Горнер-британский математик, в честь которого названа схема Горнера.	1786г.— 22 сентября 1837г.	• Схема Горнера
Джероламо Кардано-Итальянский математик, инженер, философ, медик и астролог.	24 сентября 1501г. — 21 сентября 1576г.	• Он внёс значительный вклад в развитие алгебры: его имя носит формула для нахождения корней кубического неполного уравнения вида $x^3+ax+b=0$. Новый метод вычислений воодушевил математиков Европы на новые открытия. • Кардано также вошёл в историю криптографии — он изобрёл несложное шифровальное устройство, которое называется «решётка Кардано» (квадрат с вырезанными клетками).

Приложение №2 Способы решения кубических уравнений

1.Разложение на множители

1) Вынесение общего множителя за скобку.

Рассмотрим случай, когда свободный член $d = 0$. В этом случае, уравнение имеет вид $ax^3 + bx^2 + cx = 0$. Способ решения - вынести x за скобки. В скобках останется квадратный трехчлен, корни которого легко найти через дискриминант: $x(ax^2 + bx + c) = 0$.

2) Применение формул сокращенного умножения

Данный способ применяется, если левая часть кубического уравнения является кубом суммы или кубом разности.

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 = a^3 + b^3 + 3ab(a + b)$$

$$(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3 = a^3 - b^3 - 3ab(a - b)$$

3) Способ группировки

Способ группировки для решения кубического уравнения применяют в случае, когда левая часть не имеет общего множителя для всех ее членов.

Алгоритм разложения многочлена на множители способом группировки:

- 1) Объединить слагаемые многочлена в группы (обычно по два, реже по три и т. д.), которые содержат общий множитель.
- 2) Вынести общий множитель за скобки.
- 3) Полученные произведения имеют общий множитель в виде многочлена, который снова вынести за скобки.

Если группировка оказалась неудачной, следует попробовать объединить в группы другие члены многочлена.

2. Метод замены

Суть метода заключается в том, что путем замены некоторого выражения, входящего в уравнение и содержащего переменную, в исходном уравнении понижается степень, т.е. уравнение сводится к простейшему.

3. Графический метод

С помощью графического метода можно приближенно находить корни уравнения или решать вопрос о количестве рациональных корней уравнения. Суть метода в следующем:

1. Построить график левой части уравнения.
2. Построить график правой части уравнения.
3. Найти точки пересечения этих графиков.
4. Абсциссы точек пересечения графиков и будут корнями уравнения.

4. Теорема Виета

Рассмотрим уравнение: $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$. Разложим левую часть уравнения на множители $ax^3 + bx^2 + cx + d = a(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)$, разделим на $a \neq 0$.

$$x^3 + \frac{b}{a}x^2 + \frac{c}{a}x + \frac{d}{a} = (x - x_1)(x - x_2)(x - x_3);$$

$$x^3 + \frac{b}{a}x^2 + \frac{c}{a}x + \frac{d}{a} = (x^2 - x x_1 - x x_2 + x_1 x_2)(x - x_3);$$

$$x^3 + \frac{b}{a}x^2 + \frac{c}{a}x + \frac{d}{a} = x^3 - x_1 x^2 - x_2 x^2 + x_1 x_2 x - x_3 x^2 + x_1 x_3 x + x_2 x_3 x - x_1 x_2 x_3$$

Правую часть уравнения преобразуем к виду:

$$x^3 + \frac{b}{a}x^2 + \frac{c}{a}x + \frac{d}{a} = x^3 - (x_1 x^2 + x_2 x^2 + x_3 x^2) + (x_1 x_2 x + x_1 x_3 x + x_2 x_3 x) - x_1 x_2 x_3$$

$$x^3 + \frac{b}{a}x^2 + \frac{c}{a}x + \frac{d}{a} = x^3 - (x_1 + x_2 + x_3)x^2 + (x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3)x - x_1 x_2 x_3$$

отсюда следует, что можно записать в систему следующие равенства:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = -\frac{b}{a} \\ x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3 = \frac{c}{a} \\ x_1 x_2 x_3 = -\frac{d}{a} \end{cases}$$

По теореме Виета корни кубического уравнения x_1, x_2, x_3 взаимосвязаны с коэффициентами a, b, c, d такими соотношениями:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = -\frac{b}{a} \\ x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3 = \frac{c}{a} \\ x_1 x_2 x_3 = -\frac{d}{a} \end{cases}$$

Деление выше приведенных тождеств друг на друга дает возможность сформулировать еще несколько верных соотношений :

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} = -\frac{c}{d}, d \neq 0$$

$$\frac{1}{x_1 x_2} + \frac{1}{x_2 x_3} + \frac{1}{x_1 x_3} = \frac{b}{d}, d \neq 0$$

Формулы Виета для приведенного кубического уравнения:

$$x^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

Если x_1, x_2, x_3 – корни приведенного кубического уравнения, то справедливы равенства

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = -b \\ x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3 = c \\ x_1 x_2 x_3 = -d \end{cases}$$

5. Теорема Безу утверждает, что остаток от деления многочлена $p(x)$ на двучлен $x - a$ равен $p(a)$.

Следствие из теоремы Безу: Если число a является корнем многочлена $p(x)$, то многочлен $p(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_n$ делится без остатка на двучлен $x - a$.

Задача состоит в том, чтобы найти хотя бы один корень многочлена, потом разделить многочлен на $x - a$, где a - корень многочлена. В результате получим многочлен, степень которого на единицу меньше, чем степень исходного. Задача распадается на две: как найти корень многочлена, и как разделить многочлен на двучлен.

Для этого можно использовать следующие утверждения: Кубическое уравнение имеет вид $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, $a \neq 0$. Если сумма всех коэффициентов многочлена равна нулю, то число 1 является корнем многочлена. Если сумма коэффициентов многочлена при четных степенях равна сумме коэффициентов при нечетных степенях, то число -1 является корнем многочлена. Свободный член считается коэффициентом при четной степени.

Если уравнение имеет рациональный корень $\frac{p}{q}$, то для него будет выполнено: d делится нацело на p , a делится нацело на q .

6. Формулы Кордано

Чтобы применить формулу Кардано, кубическое уравнение вначале приводят к виду $x^3 + ax^2 + bx + c = 0$, разделив на старший коэффициент, если он отличен от единицы, где a , b , c - действительные числа. Затем с помощью ряда замен его приводят к виду

$$y^3 + py + q = 0, \text{ где } q = b - \frac{a^3}{3}, \quad p = c + \frac{2a^2}{27} - \frac{ab}{3}.$$

Решение этого уравнения имеет вид $y = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}}$, где $D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}$.

если $D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} > 0$, то уравнение имеет три различных корня, один из которых действительный, а два комплексно сопряжённые;

если $D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} = 0$, то все три корня действительные, два из них равны;

если $D = \frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} < 0$, то все три корня действительные и различные

7. Использование монотонности функций

Этот способ основан на следующих утверждениях:

- 1) строго монотонная функция принимает каждое свое значение ровно один раз;
- 2) если одна функция возрастает, а другая убывает на одном и том же промежутке, то графики их либо только один раз пересекутся, либо вообще не пересекутся, а это означает, что уравнение $f(x) = g(x)$ имеет не более одного решения;
- 3) если на некотором промежутке одна из функций убывает (возрастает), а другая принимает постоянные значения, то уравнение $f(x) = g(x)$ либо имеет единственный корень, либо не имеет корней.

Этот способ можно использовать для решения следующих типов уравнений:

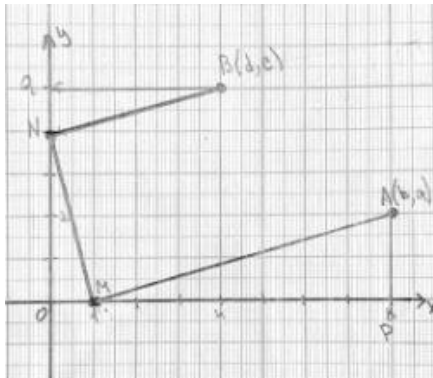
- уравнения, в обеих частях которых стоят функции разного вида;
- уравнения, в одной части которых убывающая, а в другой - возрастающая на данном промежутке функции;
- уравнения, одна часть которых - возрастающая или убывающая функция, а вторая - число.

8. Графический способ -2 решения кубических уравнений

Кубическое уравнение вида $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ можно решать графически, используя два угольника и линейку. Для этого необходимо:

1) найти координаты точек $A(b, a)$ и $B(d, c)$, отметим их в прямоугольной декартовой системе координат.

2) Если мы сможем провести маршрут от точки A до точки B , следуя следующему пути: A — ось абсцисс (точка M) — ось ординат (точка N) — B , поворачивая каждый раз на 90° , то число $x_0 = \frac{x_M - b}{a}$, где x_M — абсцисса точки M , будет действительным корнем уравнения $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, т. е. x_0 равно длине проекции первого звена AM ломаной на ось Ox (с учетом знака), деленной на a . Если возможно провести только один такой маршрут, это означает, что у уравнения есть либо один действительный корень и два комплексно-сопряженных, либо три совпадающих действительных корня. Если же маршрутов два, то у уравнения три действительных корня, два из которых совпадают. Если возможно провести три различных маршрута, это свидетельствует о наличии трех различных действительных корней.



Доказательство: рассмотрим три подобных прямоугольных треугольника PAM , OMN и QNB . Из их подобия вытекают пропорции $\frac{|PM|}{|PA|} = \frac{|ON|}{|OM|} = \frac{|QB|}{|QN|}$.

Имеем, $|PM| = ax_0$, $|PA| = a$, $|OM| = b + ax_0$, $|QB| = d$,

$|QN| = c - |ON|$.

Имеем $\frac{-ax_0}{a} = \frac{|ON|}{b+ax_0} = \frac{d}{c-|ON|}$, откуда $x_0 = \frac{-|ON|}{b+ax_0}$, $x_0 = \frac{-d}{c-|ON|}$, и, далее $x_0 = \frac{-d}{c+x_0(b+ax_0)}$,

$ax_0^3 + bx_0^2 + cx + d = 0$. Следовательно, x_0 является корнем уравнения $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$.

Рис.6

9. Метод тригонометрических подстановок

Тригонометрическая подстановка используется в тех случаях, когда область определения исходного уравнения совпадает с областью значений тригонометрической функции или включается в эту область.

Приложение №3. Решу ЕГЭ № 508518. Решите неравенство: $x + \frac{8x-45}{x-7} + \frac{x^2+15x-132}{x^2-16x+63} \leq 1$

$$x + \frac{8x-45}{x-7} + \frac{x^2+15x-132}{x^2-16x+63} \leq 1, x \neq 7, x \neq 9; x + \frac{8x-45}{x-7} + \frac{x^2+15x-132}{x^2-7x-9x+63} - 1 \leq 0;$$

$$x + \frac{8x-45}{x-7} + \frac{x^2+15x-132}{x(x-7)-9(x-7)} - 1 \leq 0; \quad x + \frac{8x-45}{x-7} + \frac{x^2+15x-132}{(x-7)(x-9)} - 1 \leq 0;$$

$$\frac{x(x-7)(x-9) + (x-9)(8x-45) + x^2+15x-132 - (x-7)(x-9)}{(x-7)(x-9)} \leq 0;$$

$$\frac{(x^2-7x) + 8x^2-45x-72x+405 + x^2+15x-132 - (x^2-9x-7x+63)}{(x-7)(x-9)} \leq 0$$

$$\frac{x^3-9x^2-7x^2+63x+8x^2-45x-72x+405+x^2+15x-132-(x^2-16x+63)}{(x-7)(x-9)} \leq 0$$

$$\frac{x^3-9x^2-7x^2+63x+8x^2-45x-72x+405+x^2+15x-132-x^2+16x-63}{(x-7)(x-9)} \leq 0$$

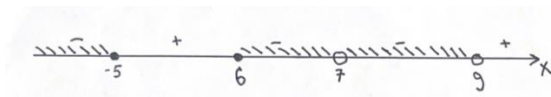
$$\frac{x^3-8x^2-23x+210}{(x-7)(x-9)} \leq 0; \text{ найдем нули числителя } x^3 - 8x^2 - 23x + 210 = 0$$

1 способ

Разложение на множители

$$x^3 - 8x^2 - 23x + 210 = x^3 + 5x^2 - 13x^2 - 23x + 210 = x^2(x+5) - 13x(x+5) + 42(x+5) = (x+5)(x(x-6) - 7(x-6)) = (x+5)(x-6)(x-7)$$

Итак, нули числителя: $x=-5, x=6, x=7$; Нули знаменателя: $x \neq 7, x \neq 9$



$$x \in (-\infty; -5] \cup [6; 7) \cup (7; 9)$$

Ответ: $x \in (-\infty; -5] \cup [6; 7) \cup (7; 9)$

2 способ

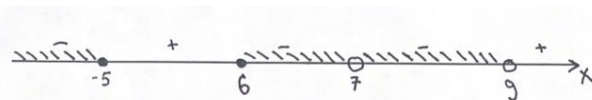
Теорема Виета

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 8, \\ x_1x_2 + x_2x_3 + x_3x_1 = 23, \\ x_1x_2x_3 = -210; \end{cases} \begin{cases} x_1 = 7, \\ x_2 = 6, \\ x_3 = -5; \end{cases}$$

$$\frac{(x+5)(x-6)(x-7)}{(x-7)(x-9)} \leq 0$$

Нули числителя: $x=-5, x=6, x=7$

Нули знаменателя: $x \neq 7, x \neq 9$



$$x \in (-\infty; -5] \cup [6; 7) \cup (7; 9)$$

Ответ: $x \in (-\infty; -5] \cup [6; 7) \cup (7; 9)$

3 способ

Теорема Безу и Схема Горнера

$$\frac{x^3 - 8x^2 - 23x + 210}{(x-7)(x-9)} \leq 0$$

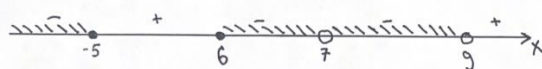
По теореме Безу $\square_3(7) = 7^3 - 8 \cdot 7^2 - 23 \cdot 7 + 210 = 0$

Схема Горнера:

	1	-8	-23	210
7	1	-1	-30	0

$$\frac{(x+5)(x-6)(x-7)}{(x-7)(x-9)} \leq 0$$

Нули числителя: $x = -5$, $x = 6$, $x = 7$, нули знаменателя: $x \neq 7$, $x \neq 9$

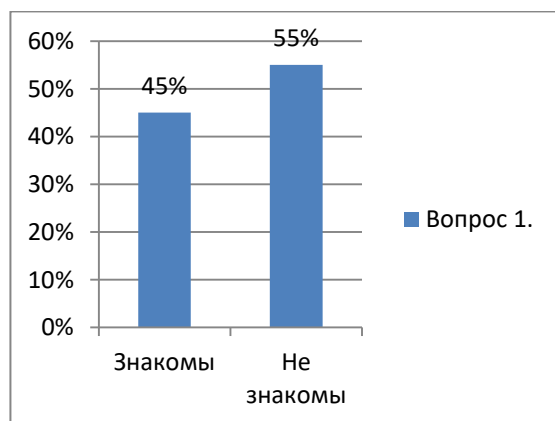


$$x \in (-\infty; -5] \cup [6; 7) \cup (7; 9)$$

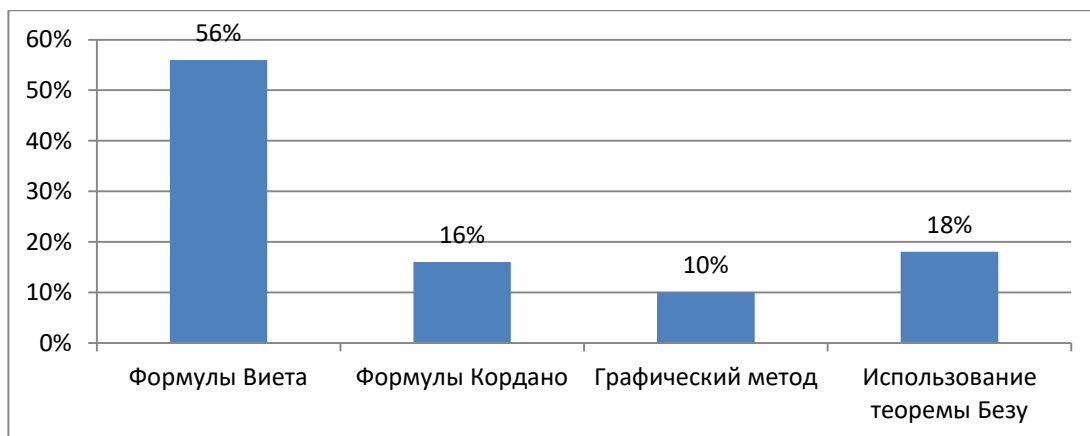
Ответ: $x \in (-\infty; -5] \cup [6; 7) \cup (7; 9)$

Приложение №4. Результаты диагностики «Использование способов решения кубических уравнений на уроках математики»

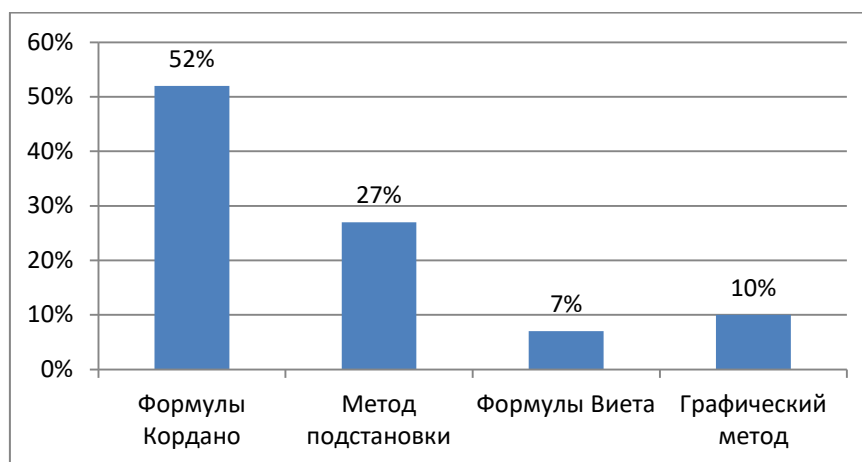
Вопрос 1. Знакомы ли вам методы решения кубических уравнений?



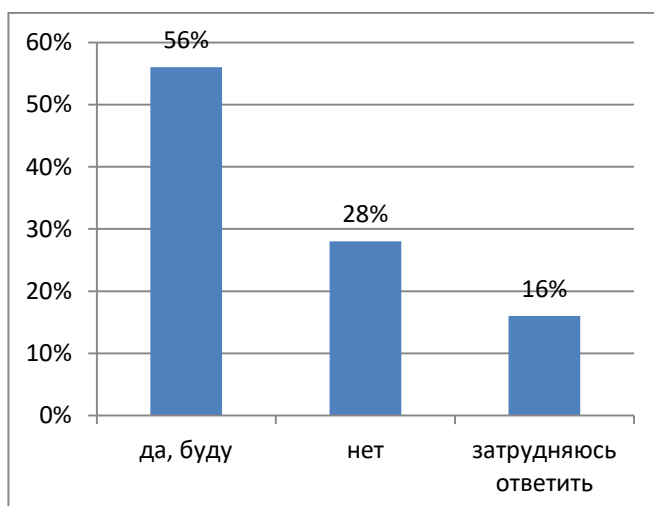
Вопрос 2. Какие методы решения кубических уравнений вы считаете рациональными?



Вопрос 3. Использование какого метода вызывает у вас затруднения?



Вопрос 4. Будете ли вы применять рассмотренные способы при подготовке к ГИА?



ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ МАСКИРОВОЧНЫХ СЕТЕЙ ОТ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Сорокин Марк,
обучающийся 9 класса
МБОУ г. Владимира «СОШ № 1».
Руководитель
Сергеева Надежда Викторовна,
зам. директора по УВР,
учитель химии
МБОУ г. Владимира «СОШ № 1»

ВВЕДЕНИЕ

Когда дело касается защиты своей Родины, очень важно иметь при себе арсенал необходимой экипировки. Опыт, накопленный в условиях проведения СВО, показал огромную роль средств маскировки в защите техники и личного состава армейских подразделений. Сразу же после начала спецоперации в нашей стране резко выросло производство маскировочных сетей, которые имитируют зелёный покров, снег или весенне-осенний ландшафт. В каждом городе открываются пункты, где волонтеры помогают плести маскировочные сети для участников СВО.

Однако средства маскировки должны быть пожаробезопасными. Как же сделать так, чтобы маскировочная сеть не только подходила по цвету и внешнему виду к местному ландшафту, но и была не горюча. Данная тема меня очень заинтересовала, она является актуальной в настоящее время.

Разработка негорючих полимерных плёнок для маскировочных сетей должна основываться на знании основ теории процесса горения, изучении литературы по методам снижения горючести полимерных материалов, практического выбора составов полиэтиленовых композиций для производства плёнок.

Гипотеза: эффективность процесса горения полиэтиленовых пленок можно регулировать, используя различные добавки.

Цель: выявить образцы негорючих полимерных пленок для создания маскировочных сетей.

Задачи:

1. Изучить литературу по теме исследования.
2. Разработать негорючие композиции полимерных плёнок, отправить их на производство.
3. Определить горючесть маскировочных пленок по специальной методике, отобрать самые негорючие материалы.
4. Сделать выводы и оформить результаты исследования.

Работа выполнена на базе лаборатории ООО «ЭТИОЛ» г. Владимира, которая предоставила возможность произвести полиэтиленовые пленки с разными добавками на промышленном оборудовании, а также испытать образцы на предмет горения.

1. ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ

В середине XVIII в. М. В. Ломоносов впервые высказал предположение о том, что процесс горения – это процесс взаимодействия горючего вещества с кислородом воздуха, то есть окисление. Французский ученый А. Лавуазье в 1772–1776 гг. экспериментально подтвердил это. В 1883 г. французские химики Маляр и Ле-Шателье измерили нормальную скорость распространения пламени. Выдающийся вклад в создание и развитие теории горения внесли представители русской и советской школы. Наш соотечественник, физик и метеоролог В.А. Михельсон, в начале 1900-х гг. установил зависимость скорости распространения фронта пламени от состава горючей смеси, заложил основы тепловой теории взрывного горения, развил теорию горения газа в горелке Бунзена.

Основоположник советской школы горения, лауреат Нобелевской премии, академик Н.Н. Семенов разработал теорию разветвленных цепных реакций и теплового самовоспламенения (взрыва). Академик Я.Б. Зельдович и профессор Д.А. Франк-Каменецкий создали теорию распространения пламени. Основополагающие исследования наших ученых получили всемирное признание.

Горение – это быстропротекающий окислительно-восстановительный, экзотермический (с выделением тепла), самоподдерживающийся процесс, часто сопровождающийся свечением и образованием пламени.

Отсутствие какого-либо из указанных признаков будет свидетельствовать о том, что рассматриваемый процесс к горению не относится, например: коррозия металлов (окисление при низкой скорости, железо горит при температуре 1300°C), свечение электрической лампочки (свет от нагретой проволоки, без окисления) и т.п.

В понятие «горение» не входят медленные реакции (низкотемпературное окисление, биохимическое окисление) и очень быстрые (взрывчатые превращения).

Реакции окисления экзотермичны, следовательно, при горении выделяется большое количество теплоты.

Пламя – газовый объем, в котором непосредственно происходит горение. Пламя, как правило, излучает свет, лишь в редких случаях оно невидимо, например, при горении водорода. Наиболее высокотемпературная часть пламени находится в пограничной зоне:

пламя – воздух (окислитель). Именно в пограничной области протекают окислительные высокотемпературные реакции.

Таким образом, горение характеризуется следующими особенностями:

1. Наличием горючего вещества (твердого, жидкого, газообразного) и окислителя (в большинстве случаев – кислорода воздуха).
2. Наличием пламени, в котором протекают высокоскоростные и высокотемпературные (до 2000 °С) процессы окисления.
3. Выделением в зоне пламени лучистой теплоты и газов.
4. Протеканием в горящем топливе пламенных подготовительных процессов, в результате чего процесс горения становится само поддерживающимся. Газообразные продукты, выделяющиеся из топлива, окисляются (горят) с выделением теплоты, а значительная часть этого тепла поступает в топливо и так далее, пока не израсходуется все топливо.

Необходимым и достаточным условием для возникновения горения является наличие трех компонентов: горючее вещество + окислитель (для пожаров, как правило, кислород воздуха) + источник воспламенения. После возникновения горения источником воспламенения далее является само пламя.

Графическим изображением этого условия является классический «треугольник горения» (рис. 1). Исключение какой-либо вершины этого треугольника разрушает его, то есть горение становится просто невозможным. Это используется на практике для предотвращения возгораний и тушения пожаров.

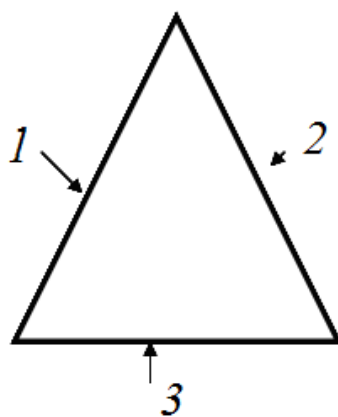
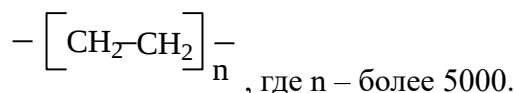


Рис. 1 Классический «треугольник горения»: 1 – горючее вещество; 2 – окислитель; 3 – источник зажигания

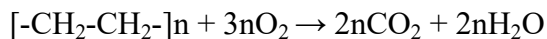
2. МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА

Макромолекулы (большие молекулы) полимеров состоят из повторяющихся звеньев, выстроенных в длинные цепи. Именно длинно-цепочечной структурой макромолекул объясняются специфические свойства полимерных материалов.

Наиболее простая химическая структура у полиэтилена, который состоит из повторяющихся звеньев этилена:



Пленки для маскировочных сетей делают именно из этого полимера.



Если на начальной стадии убрать источник огня (воспламенения), то горение может прекратиться. В том случае, если источник огня не будет изолирован и горение не прекратилось, то по мере нагревания горящего полиэтилена до температуры 300°C, его макромолекулы начинают распадаться на мелкие фрагменты, а реакции окисления ускоряются.

Температура пламени может достигнуть 950 °C и даже более высоких величин.

Дело осложняется также тем, что в составе полиэтиленовых пленок имеются красители, многие из которых воспламеняются при сравнительно низких температурах.

По этой причине окрашенные полиэтиленовые пленки могут воспламеняться при температурах ниже 350 °C.

Каким образом в соответствии с «треугольником горения» мы можем увеличить стойкость к горению полиэтиленовых пленок для маскировочных сетей?

Первый путь – убрать горючее вещество, вынести его из зоны пожара.

В нашем случае это чаще всего невозможно. Однако можно сделать горючую пленку негорючей.

Второй путь – убрать окислитель, то есть изолировать горящую пленку от воздушной среды, содержащей окислитель – кислород.

Эта задача может быть решена.

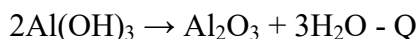
Третий путь – убрать источник зажигания.

Это не в наших силах, так как источниками зажигания (снарядами, бомбами и другими источниками зажигания) управляет противник.

Для того чтобы сделать полиэтиленовые материалы не горючими, в их состав вводят специальные добавки, имеющие общее наименование «антипирены».

Наиболее часто в качестве антипиренов в полиэтиленовых композициях используют гидроксиды алюминия и магния.

Гидроксид алюминия, в зависимости от размера частиц и метода обработки при температуре от 190°C до 230°C распадается на оксид алюминия и воду.



Наконец, оксид алюминия образует на поверхности полиэтиленовой пленки негорючую корку. Негорючая корка оксида алюминия не пропускает внутрь пленки окислитель – кислород. В совокупности это приводит к тому, что при удалении от источника воспламенения, пламя гаснет.

Гидроксид магния работает в качестве антипирена по тому же механизму, что и гидроксид алюминия: образуется оксид магния, водяной пар и расходуется тепло на разложение гидроксида магния.



Однако, гидроксид магния используют только в смеси с гидроксидом алюминия. Дело в том, что реакция разложения гидроксида магния начинается при температуре 340 °С. При этом начавшееся при температуре 200 °С горение полиэтиленовой пленки приобретает настолько интенсивный характер, что распад гидроксида магния, который начнется при 340 °С уже не поможет в борьбе с развитым пожаром. Таким образом, гидроксиды алюминия и магния, главным образом, воздействуют на горючее вещество (полиэтиленовую пленку) снижая температуру и создавая защитную корку – сторона 1 треугольника.

По литературным данным для того, чтобы предотвратить горение, гидроксиды алюминия и магния нужно вводить в состав композиции в количестве не менее 60% от массы полимера. При таком большом содержании порошков, полиэтиленовая пленка станет хрупкой, что в нашем случае недопустимо. Кроме того, порошкообразные гидроксиды алюминия и магния белого цвета. По этой причине их нельзя использовать в качестве антипиренов для производства полиэтиленовых пленок, окрашенных в зеленые и другие насыщенные цвета.

Другой вид антипиренов – галогенсодержащие соединения. Это органические соединения, содержащие в молекуле хлор, бром, или йод. Эффективность таких антипиренов возрастает в ряду: хлор, бром, йод.

По литературным данным целесообразно использовать эти соединения в смеси с оксидом сурьмы.

Образующиеся в результате реакций бромиды сурьмы представляют собой трудногорючие газы, которые изолируют горящий материал от окружающего воздуха и, таким образом, скорость окисления (горения) замедляется и горение прекращается.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Разработка негорючих полиэтиленовых композиций для маскировочных сетей.

Разработка составов, стойких к горению, велась на основе проведенного анализа литературы с учетом особенностей поставленной задачи.

3.1.1 Разработка негорючих полиэтиленовых композиций белого цвета

Для придания полиэтиленовым композициям белого цвета в их состав вводят пигмент диоксид титана (TiO_2) в количестве 3-5 массовых процентов. По причине высокой химической и термической стойкости диоксид титана не горит и не поддерживает горение.

В качестве антипиренов для композиций, окрашенных в белый цвет, использовали смесь гидроксида алюминия и гидроксида магния в соотношении 4:1.

3.1.2 Разработка негорючих полиэтиленовых композиций зеленого цвета

Для получения зеленых цветов, которые по восприятию аналогичны цвету листьев и травы, используются красители, получаемые из природных растений. Эти красители легко воспламеняются, что осложняет решение нашей задачи – получение негорючих пленок. Кроме того, вводимые в композицию антипирены не должны изменять общее цветовое восприятие конечного продукта - пленки. Появление «белесости» исключается.

Для решения этой сложной задачи использовали декабромдифенилэтан (ДБДФЭ) в сочетании с оксидом сурьмы (III) в соотношении – 4:1.

Также необходимо было подобрать оптимальные концентрации красителей и антипиренов. Чем больше содержание красителей, тем насыщеннее цвет, но при этом готовые пленки легко воспламеняются, введение высоких концентраций антипиренов подавляет горение, но придает пленкам неестественный «белесый» оттенок.

3.2 Получение пленок для маскировочных сетей (образцов для испытаний).

Подобранные композиции были отправлены на производство. Полиэтиленовые пленки для маскировочных сетей получают методом экструзии (выдавливания) расплава полиэтилена через плоскощелевую головку на вращающиеся цилиндрические валы. Проходя через валы, расплав охлаждается и застывает в виде пленки, которую наматывают на приемную гильзу (Приложение 1, фото 1-4).

Процесс состоит из следующих стадий:

1. Смешение компонентов в цилиндрическом смесителе с нижней мешалкой (миксере).
2. Гомогенизация компонентов на экструзионной установке с получением гранулята.
3. Получение пленок методом экструзии через плоскощелевую головку.

3.3 Методика определения горючести пленок

После получения образцов полиэтиленовых пленок мною была определена их горючесть.

Определение горючести пленок производилась на специальном приспособлении (Приложение 2, рис.1), состоящем из стальной решетки, установленной под углом 45° относительно вертикали, и алюминиевого тигеля с внутренним диаметром $(10 \pm 0,5)$ мм и высотой $(15 \pm 0,5)$ мм. Решетку изготавливают из стальной проволоки диаметром 0,3 мм.

Для проведения испытаний из пленки вырезают образцы размером $(70 \pm 1) \times (250 \pm 1)$ мм. Образцы взвешивают на лабораторных весах. Испытуемый образец помещают на решетку приспособления для определения горючести таким образом, чтобы нижний край образца совпадал с нижним краем решетки. В алюминиевый тигель, установленный на теплопроводящей подставке, наливают спирт этиловый технический. Спирт в тигеле

поджигают и дают разогреться до закипания его верхнего слоя (примерно в течение 1 минуты). Затем тигель задвигают под середину нижнего края испытуемого образца

После выгорания спирта и затухания образца, испытуемый образец снимают с решетки, удаляют обуглившуюся часть, взвешивают с погрешностью до 0,01 г и измеряют длину выгоревшего участка измерительной линейкой. За длину выгоревшего участка принимают максимальную длину выгоревшего участка.

Горючесть (A) определяют по формуле:

$$A = L \cdot \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100,$$

A – горючесть для одного образца, % см;

G_1 и G_2 – масса образца соответственно до и после испытания, г;

L - длина выгоревшего участка, см.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов испытаний пяти образцов. Вычисление проводят с погрешностью не более 0,1% см и округляют полученный результат до целого числа. Пример расчета горючести (Приложение 3).

3.4 Результаты эксперимента

3.4.1 Полиэтиленовые пленки белого цвета

Мною было взято 5 образцов полиэтиленовых пленок для маскировочных сетей белого цвета с разным содержанием гидроксидов магния и алюминия и определена их горючесть (Приложение 4, фото 1-5). Результаты эксперимента представлены в таблице №1.

Таблица 1. Образцы полиэтиленовых пленок для маскировочных сетей белого цвета.

Номер опыта	Содержание гидроксидов, масс.%		Горючесть, % см	Примечание
	алюминия	магния		
1	32	8	2500	Эластичная пленка
2	36	9	40	Эластичная пленка
3	40	10	20	Эластичная пленка
4	44	11	Не горит	Низкая прочность
5	48	12	Не горит	Низкая прочность

Примечание: Содержание диоксида титана 3 масс.%.
 Как видно из таблицы 1, полиэтиленовые пленки, содержащие суммарно 50% гидроксида алюминия и магния, соответствуют техническим требованиям и могут использоваться в производстве пленок для маскировочных сетей, так как имеют низкую горючесть и сохраняют эластичность.

3.4.2 Окрашенные полиэтиленовые пленки

Для определения горючести полиэтиленовых пленок зеленого цвета было отобрано 6 образцов (Приложение 5, фото 1) с разным содержанием красителей, ДБДФЭ и Sb_2O_3 . Результаты определения горючести представлены в таблице №2.

Таблица 2 Образцы окрашенных полиэтиленовых пленок для маскировочных сетей.

Номер опыта	Содержание красителей, масс. %	Содержание антипиренов		Горючесть, % см	Цвет
		ДБДФЭ	Sb ₂ O ₃		
1	5	6	1,5	40	Слабое окрашивание
2	6	6	1,5	Горит полностью	Насыщенный цвет
3	6	8	2	Не горит	Белесый оттенок
4	7	8	2	Горит полностью	Насыщенный цвет
5	7	10	2,5	Не горит	Насыщенный цвет
6	8	12	3	Не горит	Белесый оттенок

Как видно из таблицы 2, оптимальное сочетание достигается при содержании красителей - 7,0 масс.%, содержании ДБДФЭ – 10 масс.% и оксида сурьмы (III) – 2,5 масс.%. В этом случае сохраняется насыщенный цвет и при этом пленка не горит при поднесении источника воспламенения (Приложение 6, фото 1-6). Пример расчета горючести (Приложение 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рассмотрена современная теория горения и меры предотвращения возгораний и пожаров.
2. Изучены методы снижения горючести полиэтиленовых пленок.
3. Разработаны рецептуры полиэтиленовых композиций для маскировочных сетей с повышенной стойкостью к горению.
4. Установлено, что в качестве универсального средства, придающего цветным полиэтиленовым композициям негорючесть, является смесь декабромдифенилэтана с оксидом сурьмы (III) в соотношении 4:1.
5. Для композиций, из которых получают пленки белого цвета, целесообразно использовать более дешевые продукты – гидроксиды алюминия и магния в соотношении 4:1.
6. Выдвинутая ранее гипотеза оказалась верна, горючесть полиэтиленовых пленок можно регулировать, используя различные добавки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асеева Р. М., Заиков Г. Е. Снижение горючести полимерных материалов. М.: Знание, 1981. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Химия», № 10).
2. Волков В.П., Зеленецкий А.Н., Сизова М.Д. и др. Полиэтиленовые композиции с пониженной горючестью. Пластические массы. №2, 2007, с. 7-13.
3. Гликштерн М.В. Антипирены. Полимерные материалы. №4(47), 2003, с.21-23, №5(48), 2003, с.15-18.
4. Ломакин С. М., Заиков Г. Е., Микитаев А. К. и др. Замедлители горения для полимеров. Вестник Казанского технологического университета. Т. 15, № 7, 2012, с. 71-86.
5. Сечин А.И., Перминов В.А., Назаренко О.Б. и др. Теория горения и взрыва: учебное пособие. Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. — 162 с.
6. Узденский В.Б. Модификация полимерных материалов. Практическое руководство для технолога. Санкт-Петербург: Профессия, 2021. — 224 с.
7. Халтуринский Н. А., Попова Т. В., Берлин Ал. Ал. Горение полимеров и механизм действия антипиренов. Успехи химии. Вып. 2, Т. 53, 1981, с. 326-346.

ПРИЛОЖЕНИЕ **Приложение 1**



Фото 1-4. Получение образцов для испытаний

Приложение 2



Фото 1. Образцы окрашенных пленок

Приложение 6



Фото 1-6. Изучение горючести образцов окрашенных пленок

РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА У УЧЕНИКОВ К ИЗУЧЕНИЮ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ЧЕРЕЗ РАЗВИТИЕ АНГЛИЙСКОЙ И РУССКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ В ИСТОРИИ ПАРУСНЫХ КОРАБЛЕЙ

Царёв Артём,
обучающийся 8 класса МКОУ г. Коврова «Лицей № 25».
Руководитель: Юсипова Ирина Валерьевна,
учитель английского языка
МКОУ г. Коврова «Лицей № 25»

Теоретическая часть

Терминология кораблестроения в настоящий момент уже сформировалась и обладает определенным перечнем словообразовательных средств и приемов и является органической частью общелитературного языка. Важно отметить, что исследования судостроительной терминологии проводятся, в основном, на материале английского языка. Это обусловлено, с одной стороны, с глобальным использованием английского языка, как языка международного общения, а с другой, с тем, что судостроительная промышленность зарождалась и первоначально развивалась именно в Англии. Судостроение и кораблестроение, как области промышленности, зарождались в древнейшие времена освоения человеком морского пространства Земли. Несомненно, что появление новой области научного и технического познания потребовало создания определенного терминологического аппарата для осуществления коммуникации между специалистами. В процессе своего формирования и развития эта терминология опиралась, прежде всего, на опыт ведущих стран в области кораблестроения, в первую очередь, Англии и Голландии.

Англия является древнейшей мировой морской и промышленной державой. Это обуславливает тот факт, что кораблестроение относится к одной из важнейших промышленных отраслей этой страны. На протяжении всей истории промышленного развития и на современном этапе экономика Великобритании очень зависима от импорта многих видов стратегического сырья и в большой степени от экспорта производимой продукции в страны по всему миру. Транспортировку грузов, ввиду своего обособленного географического положения, страна осуществляет морским путём. Согласно статистике, в настоящее время 86% международного и внутригосударственного грузооборота в Англии обеспечивает морской транспорт. Водный транспорт также занимает важнейшее место по грузообороту в Голландии. Голландские порты обеспечивают 40% западноевропейских перевозок.

Очевидно, что особое строительство судов имеет важнейшее место для торгового флота в Англии и Голландии. Так как Великобритания является важным военно-политическим игроком на мировой сцене, особое внимание в этой стране уделяется строительству военного флота. Эти факторы способствуют тому, что языки данных стран часто выступают как языки-источники заимствований для других языков.

Я давно интересовался темой кораблестроения, я изучал историю создания парусных кораблей, материал из чего их строили, по каким технологиям, прочитал много интересной литературы, и остановился на последнем произведении « Парусные корабли» Р. Андерсона. Я обратился к моему учителю английского языка с предложением написать проект связанным с английским языком, потому что интересуюсь изучением английского языка и хотел бы повысить интерес к изучению английского языка среди учеников нашего лицея.

Актуальность работы заключается в том, что нам бы хотелось повысить интерес у учеников к изучению английского языка, которые обучаются в нашем лицее с инженерным профилем, и по нашему мнению этим ученикам знание технических терминов связанных с кораблестроением поможет в дальнейшем образовании. Для лучшего запоминания и усвоения терминов на английском языке, мы решили собрать модель парусного судна, и подписать все части корабля английскими словами с переводом на русский язык.

Цель исследования – выявление и определение терминов кораблестроения в английском и русском языке.

Задачи:

1. Найти наибольшее количество терминов в английском языке по книге Р. Андерсон;
2. Дать определение понятия «термины кораблестроения»;
3. Выяснить, как в истории Англии и в истории России при Петре 1 развивалось кораблестроение парусных кораблей;
4. собрать модель парусного корабля и подписать все части корабля научными терминами кораблестроения;
5. Выяснить, эффективна ли модель парусного корабля с подписанными английскими словами для школьников, интересующихся темой кораблестроения;

Гипотеза исследования – модель парусного корабля.

Объект исследования – термины кораблестроения.

Предмет исследования – терминология кораблестроения в английском и русском языке.

Методы исследования: изучение и обобщение, анализ, синтез, анкетирование.

Основное содержание

1.1 История мореплавания

Мореплавание и судостроение зародилось в глубокой древности. Примерно за 5-6 тыс. лет до н. э. появляется парус - величайшее изобретение человека, оказавшее огромное влияние на дальнейшее развитие мореплавания. Первые парусные суда использовались для различных целей, таких как торговля, рыбная ловля и военные операции. Однако парусные суда стали широко распространяться только в средние века, когда развитие мореплавания и торговли привело к созданию более крупных и совершенных парусных кораблей, которые мы рассмотрим на примере Английского кораблестроения.

В 15-16 веках в кораблестроении происходило то, что позднее назовут "парусной революцией", концу 15 века корабль резко изменился внешне — и парусное вооружение, и конструкция корпуса. Чуть позднее, в 16 веке, происходит революция в артиллерийском вооружении.

До 15 века европейские воды бороздили только суда с одной мачтой и одним парусом на этой мачте. Никаких многомачтовых и многопарусных судов ещё не было.

К концу 15 века зарождается классический трёхмачтовый корабль. Чтобы получить сбалансированное парусное судно, нужно было иметь именно три мачты. Большее количество мачт было неудобным — суда были ещё довольно маленькие. И на каждой из мачт вначале появилось по одному парусу. Потом стали делать дополнительные паруса сверху, и уже в 16 веке нормой было три паруса **на грот-мачте** (центральной), два–три на **фок-мачте** (передней) и два паруса **на бизань-мачте** (задней).

Также в 16 веке постепенно появляется **бушприт** — наклонная мачта на носу судна. Бушприт увеличивал жёсткость конструкции корабельного рангоута. На него шли **штаги** (передние оттяжки), и мачта держалась прочнее. Развитие парусного вооружения в 16 веке приводит к тому, что и на бушприте появляются паруса. Они служили в основном для маневрирования в гавани. В конце 17 века пришли к выводу, что на бушприте нужно поднимать **кливера** (косые паруса).

Постепенно корабли оснащаются трёхъярусным парусным вооружением. В силу природных закономерностей ветер на высоте 20–30 метров над уровнем моря дует сильнее, чем непосредственно над поверхностью. Поэтому паруса второго яруса (марселя) являлись наиболее ходовыми (зачастую ходили только под марселями, а нижние паруса не ставили вовсе). Паруса делались из парусины разной толщины, причём разница была существенной. Нижние паруса делались из парусины плотностью примерно 800—1000

граммов на квадратный метр, если переводить это в современные единицы, а среднего яруса паруса были плотностью 500—700 граммов на квадратный метр, а верхние около 300 и даже 200 граммов на квадратный метр (можно представить плотность этой парусины, взяв в руки современную «палаточную ткань»).

Парусная революция совпадает с началом эпохи великих географических открытий: далёкие путешествия были невозможны без усовершенствования корабля. В это время мореплаватели, совершали длительные и опасные путешествия, открывая новые морские пути и расширяя границы известного мира. Парусные корабли играли ключевую роль в этих экспедициях, позволяя морякам исследовать неизведанные территории и устанавливать торговые связи с другими народами и культурами.

Христофор Колумб — знаменитый европейский мореплаватель и картограф, который открыл Америку на трех судах: «Санта-Клара» (Нинья), «Ла Пинта» и «Ла Санта-Гальега» (Санта-Мария). Два корабля, «Нинья» и «Пинта», были крошечными по сегодняшним стандартам — всего 50-70 футов от носа до кормы, — но ценились за свою скорость и маневренность. «Санта Мария», флагман Колумба, была большим и тяжелым грузовым судном. 12 октября 1492 года его экспедиция достигла острова Сан-Сальвадор в Багамском архипелаге.

Многие парусные суда прошлого стали настоящими легендами и оставили свой след в истории. Давайте рассмотрим еще несколько знаменитых парусных судов прошлого и их впечатляющие рекорды.

«Cutty Sark» — этот британский чайный клипер был построен в 1869 году и известен своими скоростными перегонами из Китая в Великобританию. Он установил рекорд, достигнув скорости свыше 17 узлов в пути из Шанхая в Лондон. «Cutty Sark» также принимал участие в гонках вокруг света, демонстрируя свою невероятную скорость и маневренность.

«Thermopylae» — этот британский клипер, построенный в 1868 году, также стал известен своими скоростными гонками. В 1872 году «Thermopylae» преодолел расстояние между Мельбурном и Лондоном за 63 дня, что стало рекордом на тот момент.

«Sovereign of the Seas» — этот английский корабль 17 века был одним из самых быстрых парусных судов своего времени. Он был известен своими рекордами скорости и участием в морских сражениях. «Sovereign of the Seas» также был первым кораблем, который достиг скорости 13 узлов.

1.2 Боевые линейно – парусные корабли Англии

Время не стоит на месте и в период с 17 по 19 века парусные корабли достигли своего расцвета. Были разработаны новые типы парусных судов, такие как галеоны, шхуны и фрегаты, линкоры, которые обеспечивали лучшую маневренность и скорость. Эра парусных кораблей стала золотым веком парусного судоходства, когда морские империи, такие как Великобритания, Франция и Испания, Россия соревновались не только за господство в мировом мореплавании, но и за преимущество своих военно-морских флотов.

В течение 17 века корабль претерпел значительные изменения. В начале 17 века английские кораблестроители разработали прочные, с хорошими мачтами и защищенные корабли, которые из-за того, как они были оборудованы, требовали значительного количества экипажа.

В 17 веке корабелы сосредоточились на развитии и совершенствовании военно – морских флотов. Самыми мощными военными кораблями обладал Королевский флот.

В 17 веке в военном кораблестроении начали происходить различные изменения. Так, в связи с ростом могущества артиллерии, корабли стали приобретать все большее значение в морских битвах. Для установки многочисленных орудий хорошо подходил тип корабля с гладкой верхней палубой, на которой надстройки отсутствовали вовсе или были сведены к минимуму. Важным преимуществом «гладкопалубного» корпуса можно считать и то, что отсутствие многоярусной конструкции на корме позволяло сделать бизань-мачту «полноценной», оснатив её парусами большой площади. Англичане для военных целей предпочитали строить высокобортные корабли. Это позволяло разместить одну над другой несколько палуб, на которых устанавливались

артиллерийские батареи. Их огневая мощь была достаточно высокой. В результате именно в Англии уже в первой половине 17 века появились условия для постепенного превращения галеонов в линейные корабли. Флагманом выступал линейный корабль «Виктория», построенный еще в 1765 году. Длина судна составляла 57 метров, скорость хода 11 узлов. Движение обеспечивалось парусной системой, площадь которой достигала 5 440 м². С появлением новых видов вооружения у Великобритании корабль «Виктория» был в числе первых, кто оснащался новинками. В 1805 году было проведено очередное обновление орудий. Их общее количество составило 104 современные пушки разного калибра.

В 1839 году в Англии был построен первый в мире железный военный корабль, получивший название «Немисис». Судно имело длину 50 метров, водоизмещение

составляло 660 тонн. Движение обеспечивалось уже привычной парусной системой и двумя паровыми машинами с гребными колесами. Запасов угля хватало на 12 суток хода.

Во второй половине 17 века английские корабли заметно совершенствуют как научную базу кораблестроения, так и чисто практические приемы. Начинается массовое строительство парусных линейных кораблей - класса кораблей, предназначенных для завоевания и поддержания морского владычества.

1.3 Парусные корабли России при Петре 1

В конце 16 столетия перед Россией стояли грандиозные задачи. Требовалось обезопасить южную границу от угрозы со стороны Османской империи и ее верного вассала — Крымского ханства. Также нужно было вернуть старинные русские земли в Карелии и Прибалтике, наладить торговлю по Балтийскому морю, модернизировать всю систему управления государством, экономику, построить новые заводы, разведать полезные ископаемые и начать их добычу. Наконец, Россия нуждалась в мощном флоте. Ничего этого в 1697 году не было. Но Петр I энергично взялся за дело. Он начал с того, что впервые в русской истории отправился вместе с Великим посольством в Европу. Впрочем, и само Великое посольство было делом небывалым. Никогда ранее дипломатическая миссия такого масштаба не покидала границы России, 250 человек во главе с ближайшими советниками Петра I — старшим из послов генерал-адмиралом Францем Лефортом, генералом и боярином Федором Головиным. Петр ехал учиться не один. В состав посольства были включены 30 добровольцев, отобранных им лично. Это были проверенные люди, отличившиеся при строительстве кораблей в Воронеже и в боях во время Азовских походов. Все они должны были обучиться судостроению, а затем записаться на голландские и английские корабли простыми матросами, чтобы в России стать морскими офицерами. Оказавшись в Голландии начал рабочую жизнь. **Он записался плотником на корабельные верфи и каждый день, лишь взойдет солнце, шел на работу.** Столкнувшись с практикой голландского кораблестроения, он обнаружил, что там работают по-старинке, почти без чертежей. А самые современные корабли, при создании которых выполняют точные математические расчеты, строят в Англии на Адмиралтейских верфях близ Лондона. Петр 1 решает ехать в Лондон для дальнейшего обучения мастерству кораблестроения.

Как только Петр 1 вернулся из Европы, сразу отправился в Переяславль-Залесский на Плещеево озеро, где построил свою первую небольшую судовой верфь. Датой создания русского флота можно считать 20 октября 1696 года, когда боярская дума принимает постановление царя, которое начиналось со слов «Морским судам быть...». К 1696 году в

царстве Русском было построено некоторое количество судов по причине похода на турецкую крепость Азов. В нём приняли участие следующие корабли:

- 1300 стругов;
- 23 галеры;
- 4 брандера;
- 2 линейных корабля.

Местом строительства кораблей стало Адмиралтейство в Воронеже. Из Дона корабли выходили в Азовское море. Азовский флот был ликвидирован после поражения Петра I в Прутском походе 1711 года.

В 1702 году было построено два фрегата на верфи в Архангельске. По «Государевой дороге» их перетасили из Белого моря в Онежское озеро.

Особое значение для дальнейшей истории России имел построенный в рамках военной реформы Петра I балтийский флот. В 1702–1704 годах шло строительство галер на реках Луга и Сясь вблизи театра боевых действий Северной войны со Швецией. На момент смерти императора Петра I, то есть к началу 1725 года, русский флот состоял из 130 парусных судов. В это число входили:

- линейные корабли — 36;
- фрегаты — 9;
- брандеры — 5;
- шнявы — 3;
- вспомогательные суда — 77.

Помимо этого, был создан и гребной флот в составе 396 судов, в том числе:

- галер и скампавей — 253.
- бригантин — 143.

С того времени, как Россия создала военно-морской флот, появилась возможность обезопасить торговые морские пути, развивать новые порты и прежде всего Петербургский. Благодаря новому порту удалось продлить срок навигации. Кроме того, путь из Петербурга в европейские порты был существенно короче и безопаснее, чем путь из Архангельска. В 1725 году в город на Неве прибыло 450 иностранных кораблей. Таким образом, город сотворенный Петром, стал не только политическим, но и международным экономическим центром.

2. Английская технология кораблестроения

2.1 Развитие английской технологии кораблестроения парусных кораблей

Английские корабли считались одними из самых лучших кораблей в мире и на это есть свои причины.

К началу 16 столетия, даже такие признанные корабельные мастера, как голландцы, в основном руководствовались своим эмпирическим опытом, а не детально проработанными чертежами, и парусное кораблестроение не имело под собой никакой солидной научной базы. Совершенство голландских кораблей достигалось только на основании многолетнего опыта корабельщиков, в то время как Англия — единственная страна, где к началу 18 века теория кораблестроения получила достойное развитие в практическом применении. Действительно, первым кораблестроителем, сумевшим на практике использовать известные законы гидростатики и математического интегрирования при создании своих кораблей, был английский кораблестроитель Антони Дин (1638-1721гг.) Случилось это в 1664-1666 гг. во время постройки в родном городе Дина - Харадже 70-пушечного линейного корабля “Руперт”.

Свою лепту в создание теории кораблестроения внесли такие великие английские учёные, как Роберт Гук, Исаак Ньютон, Эдмон Мариотт. Светила первой величины в мировой науке.

Для изготовления корпуса кораблей в Англии 18–19 веков основным материалом был дуб. Из него делали элементы корпуса, шпангоуты и внешнюю обшивку. На отделку палуб и кают пускали тис и вяз, а для изготовления рангоута основным материалом были ель и сосна.

Мачты кораблей в Англии 18–19 веков делали из ели и сосны.

По признанию адмирала Нельсона, лучшие мачты получались из елей, растущих к востоку от Одера между 53-й и 65-й параллелями.

В Англии 18–19 веков паруса кораблей делали из льняного полотна, иногда с добавкой пеньки. Паруса в прочное и надёжное полотно превращались после специальной обработки, при которой холст вываривали в поташе, что бы: он не порвался бы при первом сильном ветре. А что такое поташ? В 16-18 веках это слово звучало почти так же громко, как ныне "нефть" или "газ". Это порошок этот получали из древесной золы. В поташе вываривали паруса. Поставлялся поташ на рынок в виде кристаллического порошка. Его добавляли в чан с холстиной. Чтобы вырабатывать рыночные объёмы такого порошка, нужно было сжигать огромное количество деревьев.

При изготовлении парусов полотнища сшивали в накрой, чаще всего двойным швом. Края по периметру подгибали: у нижних парусов на 100–150 мм, у марселей — на 75–125 мм, у парусов меньших размеров — примерно на 75 мм. К подрубленному краю пришивали толстый ликтрос, причём всегда с лицевой (обращённой к корме) стороны и не с самого края.

Для изготовления ярусов кораблей в Англии 18–19 веков использовали следующие материалы и методы:

- Для корабельного корпуса основным деревом стал дуб. На отделку палуб и кают пускали тис и вяз. Для изготовления рангоута основным материалом были ель и сосна.
- Для пропитки дерева использовали каменноугольную смолу, которая замедляла гниение древесины и отпугивала корабельного червя. В результате после обработки дерева
- каменноугольной смолой долговечность деревянных корпусов кораблей выросла в несколько раз.
- Основой постройки, как мы уже говорили выше, служила уменьшенная в несколько раз реплика строящегося корабля, чаще всего реплика без обшивки. Её проверяли в специальных бассейнах, и она служила основой для постройки самого корабля.
- С 10-х годов 19 века в деревянных линейных кораблях и фрегатах широко применяли железные и медные крепления деревянных деталей корпуса особыми болтами и шпильками, а также устанавливали железные диагональные связи — ридерсы и расскосины.

Во второй половине 17 века английские корабели усовершенствовали научные методы и практические приёмы, началось совершенствование научной базы.

Изменение формы корпуса. Старый метод вычерчивания мидельшпангоута, при котором его очертания получали путём объединения трёх и более радиусов, был заменён другим методом, при котором за основу бралась максимальная ширина будущего корабля.

Развитие фрегатов. Это был абсолютно новый класс корабля, не имевший ничего общего с фрегатами 17 века. Их отличием от линейных кораблей было однопалубное размещение артиллерии. Использование паровых двигателей занимало значительное место на судне. Фрегат был маневреннее крупных собратьев. Он редко использовался для крупных боев с линейным расположением боевых единиц. Но мог выполнять множество различных боевых задач.

Увеличение продольной крепости корабля. В середине 18 века для этого стали ставить поверх внутренней обшивки железные диагональные полосы или располагать доски этой обшивки не продольно, а по диагонали.

2.2 Английская терминология

Английская терминология судостроения, в свою очередь, опиралась на опыт ведущих стран в области кораблестроения, в первую очередь Голландии.

Образование английской терминологии кораблестроения парусных кораблей происходило несколькими путями. Все заимствования представлены в приложении 4

- **заимствования из англосаксонского языка.**
- **скандинавские заимствования.**
- **заимствования из голландского языка.**
- **путём словообразования**

Практическая часть

Нами было исследовано несколько книг об истории строения парусных кораблей Англии и кораблей при Петре 1. Нами была собрана модель парусного корабля. Каждую деталь мы подписали английскими словами с переводом на русский язык. Нами была составлена анкета для опроса учащихся, чтобы узнать смогли ли мы повысить интерес школьников к изучению английского языка через развитие английской и русской терминологии в истории парусных кораблей. Вопросы нашей анкеты можно посмотреть в **приложении 1.**

4 Анкетирование и результаты анкетирования

Мы узнали, с чего начиналось развитие, по каким технологиям строились корабли в Англии. Какие языки повлияли на развитие терминологии в Англии и России. Посмотрели какие были тогда корабли как повлияло кораблестроение на мир в целом. Нами были составлены вопросы для учеников нашего лицея, чтобы выяснить смогли ли мы с учителем повысить интерес у учеников в изучении английского языка через наш проект и нашу модель парусного корабля. Мы решили провести опрос среди восьмого класса и трех седьмых, так как по инженерному профилю именно с этих параллелей добавляется час физики и химии.

Цель анкетирования – выявить отношение учащихся к использованию проектного продукта среди школьников. Нами было опрошено 105 учеников.

Результаты исследования представлены в **приложении 2**

Заключение

Над проектом мы работали шесть месяцев. Нам очень понравилось трудиться над нашей идеей. Наша работа была наполнена разнообразными видами деятельности: от прочтения интересных книг до составления презентации и модели парусного корабля. Мы исследовали, как и из чего строили корабли в Англии в периоды с 17 по 18 века. Так же изучили как при Петре 1 появился настоящий мощный Российский флот. Так же выяснили, большинство терминов в кораблестроения пришли в русский язык из

английского и голландского языка, потому что именно Англия и Голландия были самыми передовыми странами в развитии кораблестроения.

Мы построили модель парусного корабля и подписали все части корабля английскими словами с переводом. Опросили наших одноклассников об эффективности наглядного пособия при изучении английского языка. Вопросы анкеты мы представили в приложении нашего проекта.

У нас получилось расширить лингвистический запас слов на английском языке и свой кругозор знаний в английском языке и истории.

Список литературы

1. «Парусные корабли» (Р.Андерсон)
2. «Британский парусный флот» (О.Антонов)
3. Словарь морских терминов (Станюкович)
4. «Происхождение морских терминов в английском языке» Е.В. Курицкая
5. Учебник истории России за 8 класс под редакцией А.В. Торкунова

Приложение 1

Анкета

1. Знаком ли ты с историей кораблестроения в Англии и при Петре 1 в России?
2. Смог ли ты получить новые знания о истории кораблестроении через изучение английского языка?
3. Запомнил ли ты новые морские термины?
4. Является ли для тебя модель парусного корабля интересной, и считаешь ли ты эту модель полезным продуктом для оформления классного кабинета?

Приложение 2

Результаты анкетирования

По списку учеников	Выполнили анкетирование	1 вопрос	2 вопрос	3 вопрос	4 вопрос
105	105	Ответили «да» 105	Ответили «да» 105	Ответили «да» 105	Ответили «да» 105
100%	100%	100%	100%	100%	100%

Приложение 3

- **Займствования из англосаксонского языка.** Это были слова, имеющие отношение к морю, оснастке корабля, управлению судном и его техническим возможностям.

- board (доска, борт судна) — от англосакс.

- helm (руль, рулевое колесо судна) — от англосакс.

- **Скандинавские займствования.** Их можно объяснить набегами викингов, начавшимися в 8 веке, и периодом датского завоевания Англии в 10-11 веках. К этим займствованиям относятся термины, касающиеся строения корабля и судоходства, природных явлений, с которыми приходилось сталкиваться морякам.

- bow (носовая часть корабля) — от среднеанглийского.

- **Займствования из голландского языка.** С 14-16 вв. эпохи Средневековья Англия начала развивать торговые связи с Нидерландами и приглашать на работу мастеров, ремесленников, кораблестроителей. Поэтому в обиход вошли такие займствования из голландского языка, связанные с морем и судоходством, как

- buoy (буй, поплавок) — от голл.

- bowsprit (бушприт, брус, выступающий вперёд с носа корабля).

- Также обогащение словаря морских терминов английского языка происходило **путём словообразования** — образования слов на базе однокоренных слов по существующим в языке образцам и моделям с помощью аффиксации, словосложения и других формальных средств. Например, многие морские термины, связанные с кораблестроением и означающие действие, процесс или результат действия, возникли путём присоединения **суффикса -ing к основе глагола.**

- girding (постановка на носовой и кормовой якоря) — от ср.-англ.

- girden — от англосакс.

- mooring (пришвартовывание) — от голл.

- marren (связывать, ставить судно к причалу, пришвартовывать) от англосакс.

Особую группу займствований из разных языков составляют термины, означающие морские профессии и должности. К ним относятся такие слова, как:

- boatswain (боцман) — от англосакс.

- commodore (командующий соединением кораблей) — от голл.

- cook (кок, повар) — от англосакс.

- mate (помощник капитана, штурман) — от голл.

Ряд слов, обозначающих род занятий, деятельность, был образован от существительных при помощи суффикса -er (-or) и полусуффикса -man. Путём присоединения суффикса -er

к существительному образуется другое существительное, обозначающее исполнителя действия:

- engineer (механик) – от англ.
- engine (мотор, двигатель) – от ст.-фр.
- mariner (морьяк, матрос, мореплаватель) – от фр.
- marin (морьяк, матрос) – от лат.

С помощью полусуффикса -man от основы существительного образуется существительное, которое указывает на принадлежность к определенному роду занятий.

- crewman (член команды корабля) – от англ.
- seaman (матрос, морьяк) – от англосакс.
- steersman (рулевой) – от англ.
- steer (рулевой механизм, вести судно) – от ср.-англ.
- wheelman (рулевой, штурвальный) – от англ.
- wheel (колесо, рулевое колесо, штурвал) – от англосакс.

К числу морских терминов относятся также сложные слова, образованные из двух, реже трех основ слов одного и того же языка или из разных языков. Рассмотрим примеры сложных слов, в которых обе основы имеют англосаксонское происхождение:);

- lifeboat (спасательная шлюпка) состоит из англ. life (жизнь) – от англосакс. и англ. boat (лодка, шлюпка) – от англосакс.
- warship (военный корабль, боевой корабль основного класса) состоит из англ. war (война, боевые действия) – от англосакс.
- waterway (судоходное русло, фарватер) состоит из англ. water (вода, водное пространство) – от англосакс. и англ. way (маршрут, курс) – от англосакс.

В связи с развитием кораблестроения и применением новых технологий и материалов из которых строили корабли, в кораблестроении стали появляться новые термины и слова в терминологии **судостроительстве**.

Рассмотрим некоторые английские термины, используемые в судостроительстве:

- корпус судна — Ship'sHull;
- флаг — Flag;
- флагшток — Flagstaff;
- палуба юта — Poopdeck;
- верхняя палуба — Upperdeck;
- вторая палуба — Seconddeck;
- люк — Hatch;

- грот-мачта — Mainmast;
- шлюпочное устройство — Boatgear;
- труба — Funnel;
- шлюпочная палуба — Boatdeck;
- палуба ходового мостика — Navigatingbridgedeck;
- настил рулевой рубки — Wheelhousetop;
- средняя надстройка — Midshipsuperstructure;
- фок-мачта — Foremast;
- грузоподъёмное устройство — Cargohandlinggear;
- якорное устройство — Anchorgear;
- бак — Forecastle;
- форпик — Forepeak;
- цепной ящик — Chainlocker;
- переборка форпика — Forepeakbulkhead;
- танк двойного дна — Double bottom tank;
- трюм — Hold;
- рубка — Deckhouse;
- поперечная переборка — Transversebulkhead;
- машинное отделение — Engineroom;
- палуба надстройки — Superstructuredeck;
- котельное отделение — Boilerroom;
- туннель гребного вала — Shafttunnel;
- гребное устройство — Propulsioninstallation;
- рулевое устройство — Steeringgear;
- рулевое отделение — Steeringcompartment;
- отделение рулевой машины — Steering gear compartment;
- румпельное отделение — Tiller room, tiller compartment.

Некоторые морские термины:

- Качка — колебание корабля на волнении.
- Каюта — комната на корабле.
- Кают-компания — общая каюта, салон для офицеров.
- Киль — четырёхгранный брус, составленный по длине судна из нескольких

штук, служит основанием судна.

- Верп — вспомогательный судовой якорь меньшей массы, чем становой, служащий для снятия судна с мели путём его завоза на шлюпках.

- Веха — шест на поплавке, поставленном на камне или балластине (вместо якоря) для указания фарватера или на месте утонувшего корабля.
- Водоизмещение — вес корабля в тоннах, то есть количество воды, вытесненной плавающим судном; характеристика размеров судна.
- Вперёдсмотрящий — опытный член корабельной команды, который находится на носу судна и подаёт сигналы на ходовой мостик.
- Кливер — косой треугольный парус, ставящийся впереди фок-мачты.
- Лот — прибор для измерения глубин.



Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой»

Центр поддержки одарённых детей «Платформа Владимир»

Куликова Л.В.,
проректор ГАОУ ДПО ВО ВИРО,
Тел.: (4922) 77-78-17
E-mail: pr.kulikovalv@yandex.ru

Пчелинцева Т.А.,
методист регионального Центра поддержки одаренных детей
ГАОУ ДПО ВО ВИРО
Тел.: (4922) 77-85-99
E-mail: pchelintsewata@yandex.ru

E-mail Оргкомитета конференции:
conf.vector-poznaniya@yandex.ru
Сайт конференции: <http://vektor.viro33.ru/>

Сайт центра: <http://odardeti.viro33.ru/>
Адрес: 600001, г. Владимир,
Ул. Каманина, д. 30/18

