



**Сборник материалов
XXVI областной научно-практической
конференции студентов и обучающихся
«Шаг в науку»
(Часть 1)**

Оглавление

Шукалова Анна Сергеевна	
ИГРУШКА ДЛЯ КОТА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ESP32.....	3
Борисов Сергей Андреевич	
РАЗРАБОТКА КАРДИОУСИЛИТЕЛЯ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРА ARDUINO-UNO В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ARDUINO-IDE.....	23
Капитонова Полина Алексеевна	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРАВЯНОГО ЧАЯ С ФЕРМЕНТИРОВАННЫМ ХВОЙНЫМ КОМПОНЕНТОМ КАК ОСНОВА ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО БРЕНДА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	41
Воробьева Виктория Александровна	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА КАК ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ ТЕРРИТОРИИ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	77
Савченков Анатолий Васильевич	
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ САМОЛЕТА «ЯК-12».....	95

Проект на XXVI областную научно-практическую конференцию студентов и обучающихся
«Шаг в науку»
Секция «Информационные технологии и программирование»

Игрушка для кота на микроконтроллере ESP32

Выполнила: ученица 11 класса
Шукалова Арина Сергеевна
Руководитель: учитель информатики
Петров Дмитрий Сергеевич

Тема проекта	Игрушка для кота на микроконтроллере ESP32
Автор проекта	Шукалова Арина Сергеевна
Руководитель проекта	Петров Дмитрий Сергеевич, учитель информатики МБОУ «Школы-гимназии»
Консультант проекта	Шукалов Сергей Владимирович, техник по специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»
Образовательная область	Информатика
Тип проекта	Практико-ориентированный
Заказчик проекта	МБОУ «Школа-гимназия»
Проблема, на решение которой направлен проект	У меня дома живет кот, который нуждается в дополнительной физической активности. Для этой цели существуют различные игрушки, но, во-первых, их конструкция не учитывает индивидуальные предпочтения питомца, во-вторых, многие из них имеют недостатки: одни застревают под мебелью, другие пугают кота, а третьи нуждаются в помощи хозяина при переворачивании на другую часть корпуса. В связи с этим появилась необходимость создания доступного, надежного автоматизированного устройства, которое могло бы имитировать движение добычи.
Цель проекта	Разработать, сконструировать и запрограммировать прототип мобильного робота-игрушки, способного самостоятельно перемещаться по квартире и привлекать внимание питомца за счет непредсказуемой траектории движения и пауз, а также за счет моргания ярких светодиодов.
Задачи проекта	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомиться с видами игрушек для животных 2. Разработать свою интерактивную модель игрушки, имеющую оптимальную форму и отвечающую потребностям моего кота 3. Начертить и напечатать на 3D принтере корпус игрушки 4. Собрать и запрограммировать игрушку для кота 5. Протестировать и отладить готовый продукт 6. Пустить готовый продукт в бытовое пользование
Этапы проекта	<p>1-й этап – подготовительный. На этом этапе я определила проблему, поставила цель и задачи, направленные на решение данной проблемы. Я также проконсультировалась с преподавателем информатики. На занятии, посвященном проекту, был разработан план работы и сроки его выполнения.</p> <p>2-й этап – практический. Для решения поставленной проблемы я изучила информацию и спроектировала интерактивную игрушку для кота, а также собрала и запрограммировала её.</p> <p>3-й этап – заключительный. На данном этапе я протестировала и отладила готовый продукт.</p>
Методы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Моделирование 2. Работа с электронными источниками 3. Тестирование
Планируемый результат	Автоматизированная робот-игрушка для кота, учитывающая его индивидуальные предпочтения
Продукт	Интерактивная игрушка для кота
Новизна	Моя разработка отличается от представленных на рынке тем, что её конструкция имеет оптимальную форму, обеспечивающую свободное движение по квартире, а оригинальная программа,

	<p>управляющая особой комбинацией моторчиков, плат и датчиков поддерживает высокую вовлеченность питомца в игру за счёт непредсказуемости игрового процесса. Также игрушка оснащена возможностью зарядки аккумулятора и перепрошивки программы.</p>
<p>Образовательные и культурно-просветительские учреждения, на базе которых выполнялся проект: база гимназии, библиотека, музей и др.</p>	<p>МБОУ «Школа-гимназия»</p>
<p>Практическая значимость</p>	<p>Вопрос о малой подвижности домашних животных в современном обществе очень актуальный, поэтому люди покупают различные игрушки для своих питомцев, однако нехватка времени на игру с животным может стать проблемой. В помощь человеку в таком случае может прийти интерактивная игрушка. Такие игрушки набирают все большую популярность.</p>

1. Введение

Актуальность выбранной темы

Развитие науки и техники в современном обществе позволяют автоматизировать и улучшить жизнь практически во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и бытовые условия. Сегодня уже разработано огромное множество приборов и устройств, которые позволяют экономить время, делать жизнь людей удобнее и комфортнее.

Домашние животные есть сейчас почти в каждом доме. Пушистые любимцы улучшают качество жизни человека — поддерживают физическое и психическое здоровье, способствуют социализации, воспитывают ответственность и дарят эмоциональную поддержку.

Однако питомцы нуждаются в физической активности, и в квартире человеку приходится искусственно создавать такие условия, при которых у животного включаются инстинкты, и оно начинает бегать и играть.

У меня дома живет кот, который, как и многие другие нуждается в дополнительной физической активности. Когда ветеринар посоветовал нам больше играть с котом, то я задумалась о том, что у меня нет времени поиграть с домашним любимцем в будние дни, поэтому я купила несколько интерактивных игрушек. К сожалению, ни одна модель не подошла нам: одна практически всегда застревала под шкафом, другая слишком быстро двигалась и пугала кота, третья при активной игре кота переворачивалась и не возвращалась в исходное положение. Тогда я решила создать интерактивную игрушку для кота самостоятельно, учитывая его индивидуальные особенности.

Проблема

С одной стороны, игрушка для кота должна привлекать и удерживать его внимание и пробуждать интерес к игре, с другой стороны, игрушка должна иметь оптимальную форму и быть интерактивной, то есть обеспечивать самостоятельную игру.

Цель

Разработать, сконструировать и запрограммировать прототип мобильного робота-игрушки, способного самостоятельно перемещаться по квартире и привлекать внимание питомца за счет непредсказуемой траектории движения и пауз, а также за счет моргания ярких светодиодов.

Задачи

1. Ознакомиться с видами игрушек для животных
2. Разработать свою интерактивную модель игрушки, имеющую оптимальную форму и отвечающую потребностям моего кота
3. Начертить и напечатать на 3D принтере корпус игрушки
4. Собрать и запрограммировать игрушку для кота
5. Протестировать и отладить готовый продукт
6. Пустить готовый продукт в бытовое пользование

Методы

1. Моделирование
2. Работа с электронными источниками
3. Тестирование

2. Ход работы

2.1 Ознакомление с видами игрушек для животных

Интерактивная игрушка для животных – это удобное решение для повышения физической активности питомца, не отнимающая у хозяина времени на игру.

Существуют разные игрушки: от простых и понятных удочек на веревочке до умных интерактивных игровых комплексов. При игре с удочкой-дразнилкой необходимо свободное время хозяина, а при игре с интерактивным комплексом нужно свободное место, которого в квартире не очень много.

Изучив все виды, я решила, что для квартиры будет оптимальной небольшая игрушка для кота, которая будет работать в автоматическом режиме и будет хаотично двигаться.

2.2 Ознакомление с видами микроконтроллеров

Для автоматизации процесса понадобится микроконтроллер.

Существуют различные микроконтроллеры:

- **Arduino**
- ESP
- STM

Микроконтроллер представляет собой микросхему, которая используется для управления электронными устройствами. В типичном микроконтроллере имеются функции и процессора, и периферийных устройств, а также содержится оперативная память и/или ПЗУ (постоянное запоминающее устройство). Если говорить кратко, то микроконтроллер — это компьютер, функционирующий на одном кристалле, который способен выполнять относительно несложные операции.

В своём проекте я буду использовать микроконтроллерную плату ESP32 C3 super mini для обработки полученной информации. ESP32-C3 Super Mini — это компактная и универсальная плата для разработки на базе микроконтроллера ESP32-C3. Она поддерживает надежное подключение по Wi-Fi и Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE), что делает ее идеальной для умных устройств и беспроводных сенсорных сетей.

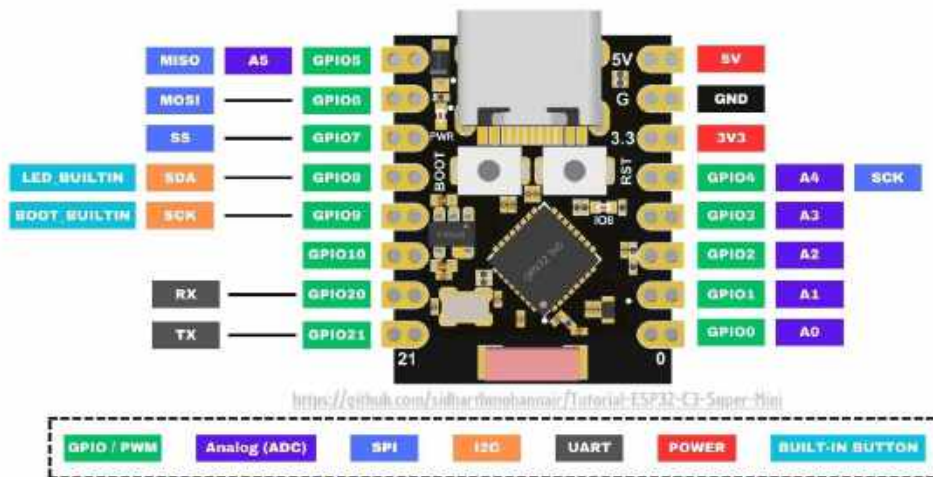
Ключевые особенности включают в себя:

- Компактный форм-фактор с удобным доступом к GPIO.
- Одноядерный процессор RISC-V для эффективной работы.
- Полноценная поддержка Wi-Fi и BLE 5.0.

Технические характеристики платы

Особенность	Подробные сведения
Микроконтроллер	ESP32-C3 FN4 (одноядерный процессор RISC-V с тактовой частотой 160 МГц)
Возможность подключения	Wi-Fi (2,4 ГГц, 802.11 b/g/n), BLE 5.0
Контакты GPIO	10 цифровых входов/выходов, 2 аналоговых входа
АЦП	6 каналов 12-битного аналого-цифрового преобразователя с импульсно-кодовой модуляцией
Флэш -память	4 МБ
Источник питания	5 В через USB-C, встроенный стабилизатор 3,3 В
Рабочее напряжение	3,3 В
Размеры	Сверхкомпактный, идеально подходит для использования в условиях ограниченного пространства

Информация по техническим характеристикам взята с <https://github.com/sidharthmohannair/Tutorial-ESP32-C3-Super-Mini?tab=readme-ov-file#setting-up-the-arduino-ide>



Чтобы начать работу с платой, её необходимо подключить к компьютеру с помощью USB-кабеля или включить с помощью адаптера переменного тока в постоянный источник питания или аккумулятор.

2.3 Выбор среды разработки

Данный микроконтроллер программируется на языке программирования C++. Существуют разные среды для программирования данной платы:

- VS code с установленными необходимыми плагинами
- Arduino IDE

Так как я уже работала раньше с Arduino IDE, то мне было проще начать работу с новым для себя микроконтроллером в привычной среде разработки.

Для программирования ESP32 C3 super mini в Arduino IDE нужно настроить среду.

2.4 Разработка модели

Игрушка должна быть автоматической и иметь небольшие размеры, чтобы кот её заинтересовался. Форма и внешний вид должны быть такими, чтобы, если кот её ударит лапой и перевернёт, то она могла прийти в исходное положение без помощи хозяина. Для этого за основу я возьму форму яйца.

Внутри корпуса должны будут расположиться все необходимые компоненты, которые должны быть небольших размеров.

Я решила сделать игрушку, которая будет кататься по полу в хаотичном порядке с разной скоростью и в какой-то момент останавливаться. Для активации дальнейшего движения кот должен ударить её лапой.

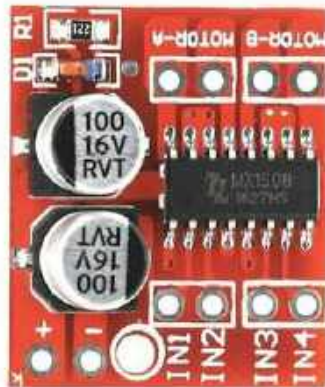
2.5 Выбор компонентов

- Моторы 2 шт (для движения игрушки)
- Драйвер моторов для управления моторами
- Акселерометр или гироскоп (для определения, когда кот ударит игрушку лапой)
- Микроконтроллер (для управления компонентами)
- Светодиоды (для привлечения внимания кота)
- Аккумулятор (для питания компонентов)
- Плата для зарядки
- Кнопка для выключения и включения игрушки

Моторы я решила выбрать с редуктором GA12-N20, так как они имеют небольшие размеры, а точность шагов в данном случае нам не важна.



Драйвер для управления моторами необходим такой, чтобы управлять сразу 2-мя моторами, и при этом размеры должны быть минимальными. Я выбрала MX1508.



Для определения ударов лапой по игрушке я решила использовать акселерометр – датчик, позволяющий измерить ускорение, так как он меньше в размере, чем гироскоп. Я взяла трехосевой акселерометр MMA8452, но использовать буду только 1 ось – ту, по которой будет происходить движение.



Светодиоды я решила использовать самые маленькие, которые нашла, - 3 мм в диаметре, они мигают сами, без подключения к микроконтроллеру. Они удобные в использовании, так как помогут не загружать пины на микроконтроллере.



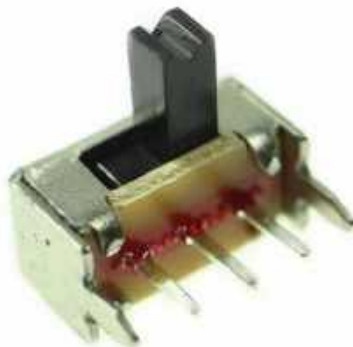
При выборе аккумулятора я учитывала 2 условия: небольшие размеры и хорошую ёмкость. Я решила использовать JS852060.



Для зарядки аккумулятора нужно использовать специализированную плату, но так как ЭДС аккумулятора может изменяться вследствие его разрядки, то плата должна преобразовывать выходное напряжение до 5 Вольт. Я решила использовать THTXS151224.

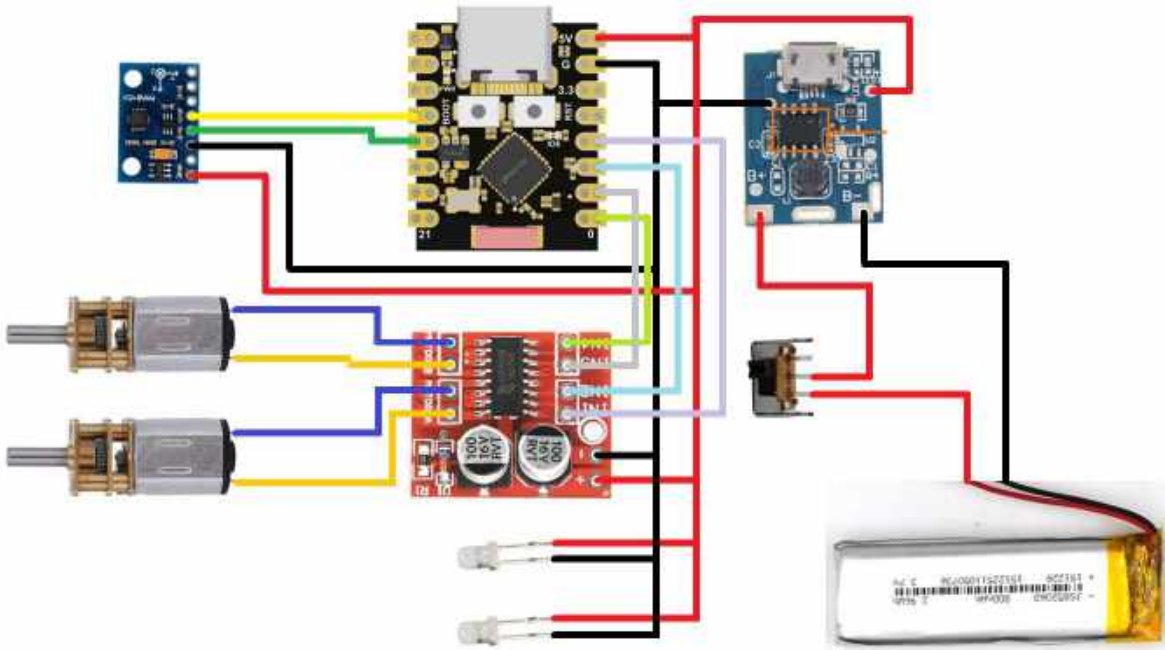


Кнопка вкл/выкл должна размыкать цепь между плюсом аккумулятора и его подключением к плате зарядки. Я решила использовать SK12D07.



2.6 Разработка архитектуры подключения компонентов и их программирование

Все компоненты я соединила по следующей схеме:



После для объединения всех компонентов нужно написать программу:

```
#include <Wire.h> // подключение библиотеки для распознавания акселерометра по каналу I2C
#define Addr 0x1C //Адрес MMA8452Q в I2C — 0x1C(28)
int x0 = 40; // начальное значения для акселерометра
int x_min = x0 - 40; // предельный минимум для проверки значений акселерометра
int x_max = x0 + 40; // предельный максимум для проверки значений акселерометра
int x1; // текущее значение акселерометра
static uint32_t tmr; // таймер для паузы
// Определить соединения и настройки контактов
const int ForwardPin1 = 1; // Контакт для управления двигателем вперед
const int BackwardPin1 = 0; // Контакт для управления двигателем в обратном направлении
const int ForwardPin2 = 2; // Контакт для управления двигателем вперед
const int BackwardPin2 = 3; // Контакт для управления двигателем в обратном направлении
const int MaxSpeed = 255; // Максимальная скорость (0-255)
const int turnover = 1440; // время 1 оборота
void setup() {
  Wire.begin(); // Инициализация связи I2C в режиме ведущего устройства
  Serial.begin(9600); // Инициализация последовательной связи, установка скорости передачи данных
  = 9600
  Wire.beginTransmission(Addr); // Запуск передачи данных по протоколу I2C
  Wire.write(0x2A); // Выбор управляющего регистра
  Wire.write((byte)0x00); // Режим ожидания
```

```

Wire.endTransmission(); // Остановка передачи данных по протоколу I2C
Wire.beginTransmission(Addr); // Запуск передачи данных по протоколу I2C
Wire.write(0x2A); // Выбор регистра управления
Wire.write(0x01); // Активный режим
Wire.endTransmission(); // Остановка передачи по I2C
Wire.beginTransmission(Addr); // Запуск передачи по I2C
Wire.write(0x0E); // Выбор регистра управления
Wire.write((byte)0x00); // Установка диапазона +/- 2 г
Wire.endTransmission(); // Остановка передачи по I2C
delay(300);
pinMode(ForwardPin1, OUTPUT); // определение пина мотора на выход
pinMode(BackwardPin1, OUTPUT); // определение пина мотора на выход
pinMode(ForwardPin2, OUTPUT); // определение пина мотора на выход
pinMode(BackwardPin2, OUTPUT); // определение пина мотора на выход
}
bool chekMovent() {
  unsigned int data[7];
  // Запрос 7 байт данных
  Wire.requestFrom(Addr, 7);
  // Считываем 7 байт данных
  // staus, младший бит xAccl, старший бит xAccl, младший бит yAccl, старший бит yAccl, младший
бит zAccl, старший бит zAccl
  if(Wire.available() == 7)
  {
    data[0] = Wire.read();
    data[1] = Wire.read();
    data[2] = Wire.read();
    data[3] = Wire.read();
    data[4] = Wire.read();
    data[5] = Wire.read();
    data[6] = Wire.read();
  }
  // Преобразуем данные в 12-битный формат
  int xAccl = ((data[1] * 256) + data[2]) / 16;
  if (xAccl > 2047)
  {

```

```

    xAccl -= 4096;
}
x_min = x0 - 20;
x_max = x0 + 20;
x1 = xAccl;
if (int(x1) < int(x_min) || int(x1) > int(x_max)) {
    x0 = x1;
    return true;
} else {
    return false;
}
}
void fun1() {
    analogWrite(ForwardPin1, MaxSpeed); // движение вперед
    analogWrite(ForwardPin2, MaxSpeed); // движение вперед
    delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов вперед
    analogWrite(ForwardPin1, 0); // остановка
    analogWrite(ForwardPin2, 0); // остановка
}
void fun2() {
    analogWrite(ForwardPin1, MaxSpeed); // движение вокруг своей оси
    analogWrite(BackwardPin2, MaxSpeed); // движение вокруг своей оси
    delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов вокруг своей оси
    analogWrite(ForwardPin1, 0); // остановка
    analogWrite(BackwardPin2, 0); // остановка
}
void fun3() {
    analogWrite(BackwardPin1, MaxSpeed); // движение назад
    analogWrite(BackwardPin2, MaxSpeed); // движение назад
    delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов назад
    analogWrite(BackwardPin1, 0); // остановка
    analogWrite(BackwardPin2, 0); // остановка
}
void fun4() {
    analogWrite(BackwardPin1, MaxSpeed); // движение вокруг своей оси
    analogWrite(ForwardPin2, MaxSpeed); // движение вокруг своей оси

```

```

delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов вокруг своей оси
analogWrite(BackwardPin1, 0); // остановка
analogWrite(ForwardPin2, 0); // остановка
}
void fun5() {
analogWrite(ForwardPin1, MaxSpeed); // движение в сторону
delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов в сторону
analogWrite(ForwardPin1, 0); // остановка
}
void fun6() {
analogWrite(ForwardPin2, MaxSpeed); // движение в сторону
delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов в сторону
analogWrite(ForwardPin1, 0); // остановка
}
void fun7() {
analogWrite(BackwardPin1, MaxSpeed); // движение в сторону
delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов в сторону
analogWrite(ForwardPin1, 0); // остановка
}
void fun8() {
analogWrite(BackwardPin2, MaxSpeed); // движение в сторону
delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов в сторону
analogWrite(ForwardPin1, 0); // остановка
}
void fun9() {
analogWrite(ForwardPin1, 200); // движение с поворотом
analogWrite(ForwardPin2, 100); // движение с поворотом
delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов
analogWrite(ForwardPin1, 0); // движение с поворотом
analogWrite(ForwardPin2, 0); // движение с поворотом
}
void fun10() {
analogWrite(ForwardPin1, 100); // движение с поворотом
analogWrite(ForwardPin2, 200); // движение с поворотом
delay(turnover * random(1, 4)); // случайное число оборотов
analogWrite(ForwardPin1, 100); // движение с поворотом
}

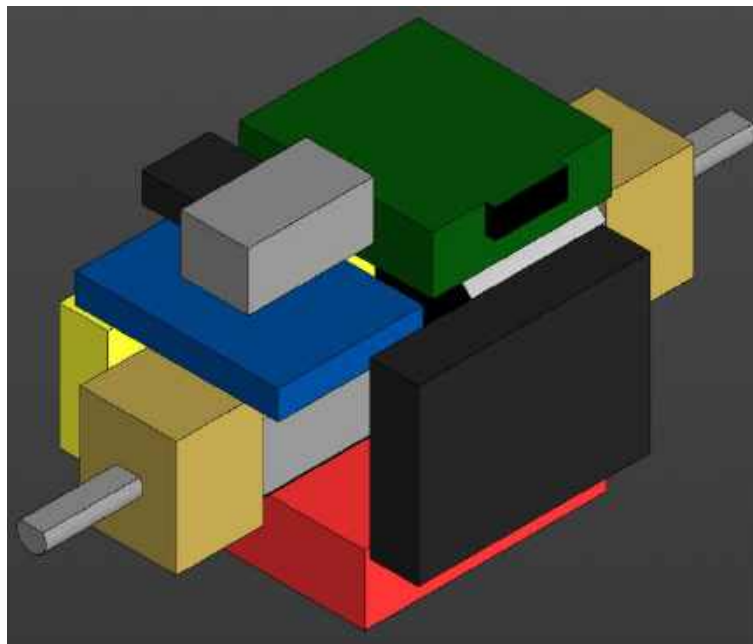
```

```
analogWrite(ForwardPin2, 200); // движение с поворотом
}
void loop() {
// Случайное определение функции для выполнения
const int func = random(1, 12);
Serial.println("+++");
if (func == 1) {
    Serial.println("Функция 1");
    fun1();
} else if (func == 2) {
    Serial.println("Функция 2");
    fun2();
} else if (func == 3) {
    Serial.println("Функция 3");
    fun3();
} else if (func == 4) {
    Serial.println("Функция 4");
    fun4();
} else if (func == 5) {
    Serial.println("Функция 5");
    fun5();
} else if (func == 6) {
    Serial.println("Функция 6");
    fun6();
} else if (func == 7) {
    Serial.println("Функция 7");
    fun7();
} else if (func == 8) {
    Serial.println("Функция 8");
    fun8();
} else if (func == 9) {
    Serial.println("Функция 9");
    fun9();
} else if (func == 10) {
    Serial.println("Функция 10");
    fun10();
}
```

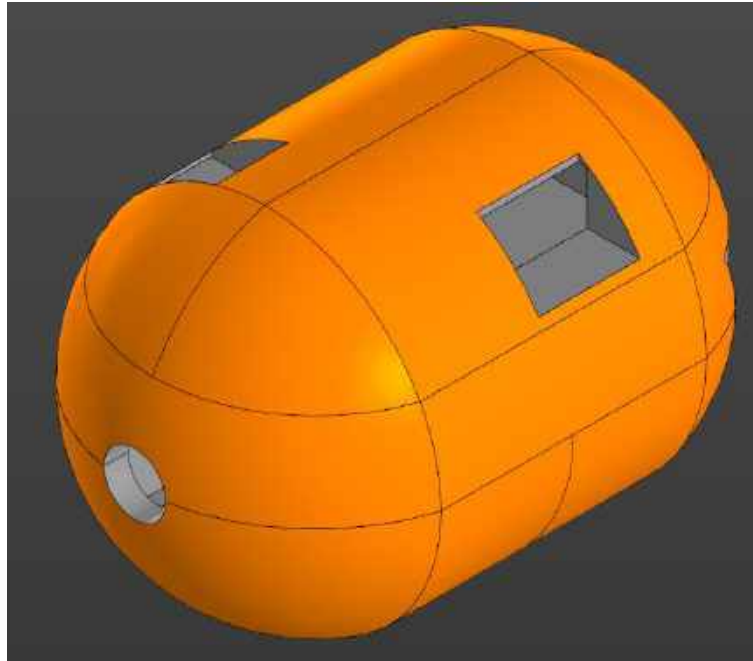
```
} else if (func == 11) {  
  Serial.println("Функция 11");  
  delay(5000);  
  while (!chekMovent()) {  
    Serial.println("стоим");  
    delay(300);  
  }  
  Serial.println("ПОЕХАЛИ!");  
}  
}
```

2.7 Создание 3D модели корпуса

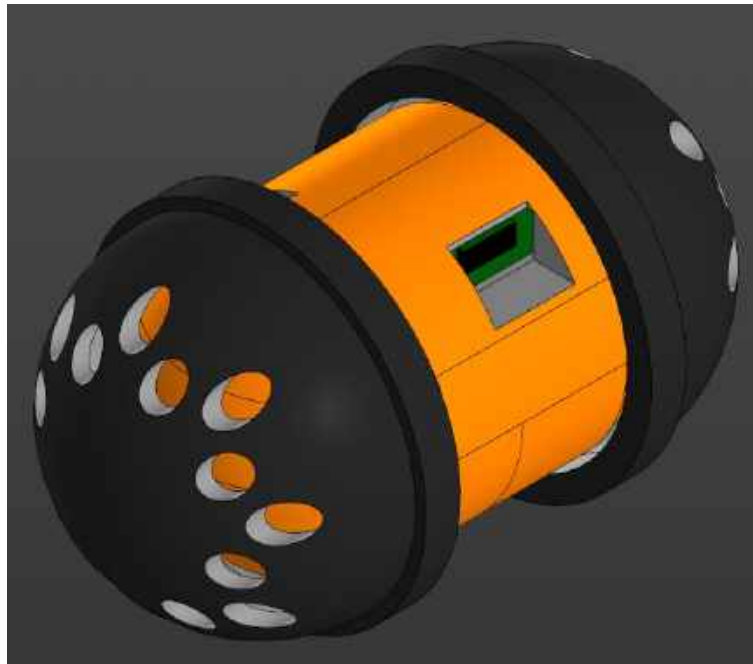
Прежде чем строить 3D модель, мне необходимо было измерить размеры всех компонентов и придумать, как их расположить наилучшим образом, чтобы корпус получился наиболее компактных размеров. Далее я создала 3D модели всех компонентов и разместила их в сборке согласно придуманному расположению.



После этой подготовки я начертила сам корпус, предварительно наметив его на листе бумаги. После того как была начерчена оболочка корпуса, я разрежала его на несколько частей, чтобы после печати на 3D принтере можно было бы поместить все компоненты в корпус.



Потом я визуализировала модель в сборке и удостоверилась, что всего хватает, и далее можно все распечатывать на 3D принтере.



2.8 Сборка и тестирование модели

После первого тестирования было обнаружено, что масса модели слишком мала и тело игрушки прокручивается внутри колес. Для повышения массы было решено использовать свинцовые грузики, так как свинец обладает высокой плотностью и в малом объёме добавит массы. После добавления грузов, масса стала на 80 г больше, чем была.

Далее после тестирования стало понятно, что диапазон сравнения данных акселерометра мал, и нужно его увеличить. После этого было решено доработать корпус, для того чтобы можно было перепрошивать плату без разбора игрушки.

Дальнейшее тестирование показало, что игрушка работает без нареканий и соответствует поставленным задачам.

3 Вывод

В ходе работы над проектом я получила опыт работы с микроконтроллером ESP32, двигателями и акселерометром. Однако в процессе работы над созданием игрушки я столкнулась с некоторыми трудностями, которые мне удалось решить:

1. при программировании акселерометра ни одна библиотека не работала корректно с микроконтроллером ESP32, из-за чего мне пришлось запрограммировать акселерометр вручную
2. я поняла, как правильно обрабатывать данные, полученные от акселерометра
3. я узнала, что паузу можно реализовать не только остановкой программы, но также и программным таймером
4. я узнала, как запрограммировать два двигателя одновременно

Протестировав в работе полученную игрушку для кота, я сделала вывод: мне удалось создать и запрограммировать интерактивную игрушку, которая работает без ошибок.

Я уверена, данная электронная модель заинтересует как активных, так и самых ленивых кошек и котов, потому что предугадать направление ее движения невозможно, а при контакте с преградой игрушка может изменить свое направление. Кроме того, игрушка может остановиться в паузе, но не выключиться, а моргая лампочками, дать животному понять, что следующий ход за ним.

Для запуска игры нужно сделать одно нажатие, и игра началась. Жужжание моторчиков, моргание лампочек и хаотичное движение привлекают кота и поддерживают его внимание и интерес к игре. Кроме того, данную игрушку можно усовершенствовать, добавив, например, управление с пульта.

Я считаю, что мой проект может быть полезен многим животным, которые живут в квартире, так как игрушка поможет увеличить их активность.

4 Источники информации:

1. Tutorial: ESP32-C3 Super Mini (<https://github.com/sidharthmohannair/Tutorial-ESP32-C3-Super-Mini?tab=readme-ov-file#setting-up-the-arduino-ide>)
2. ESP32 and MMA8452 accelerometer example (<https://www.esp32learning.com/code/esp32-and-mma8452-accelerometer-example.php>)
3. Уроки ESP8266/ESP32 (<https://alexgyver.ru/>)
4. Сообщество владельцев 3D принтеров (<https://3dtoday.ru>)
5. Язык программирование C++ (<https://metanit.com/cpp/>)
6. Официальный сайт Компас 3D (<https://kompas.ru/>)
7. Интерактивные игрушки для кошек: какие бывают и как выбрать (<https://dzen.ru/a/YLFWg6Rx0W2soQuR?ysclid=mn7vpdtp1x652543455>)

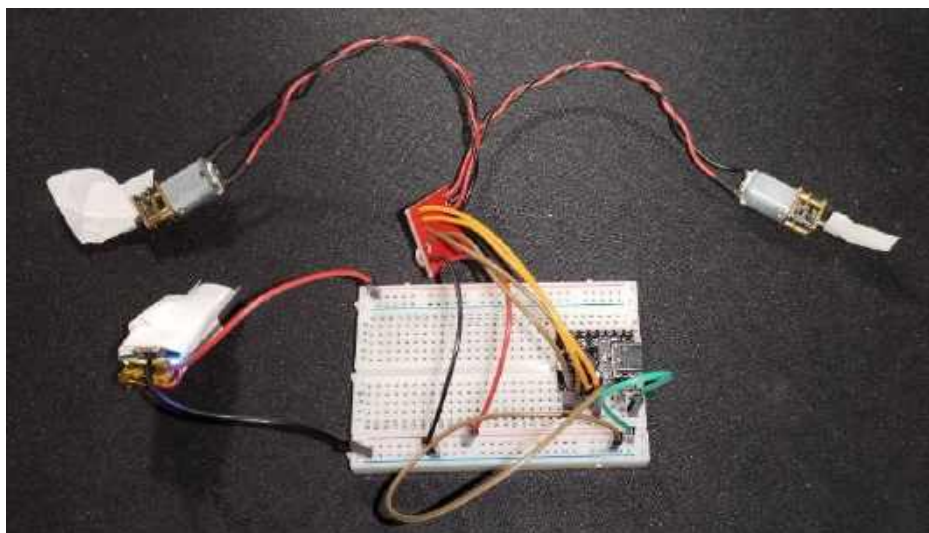


Рисунок 1: "Подключение двигателей и аккумулятора"

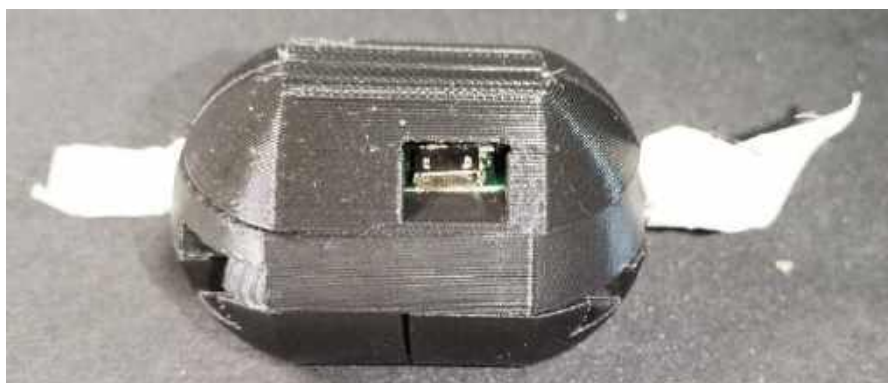


Рисунок 2: "Первая модель корпуса"

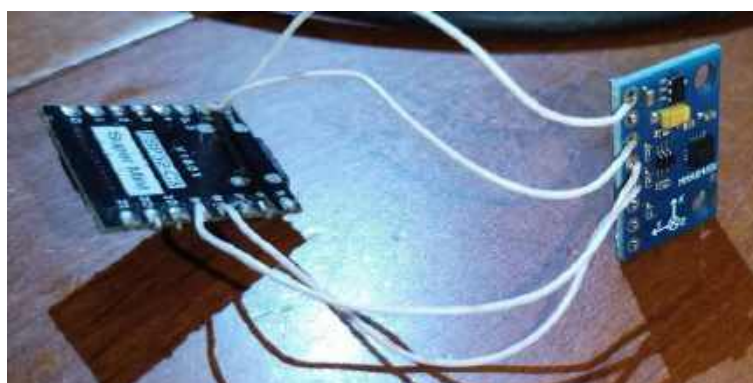


Рисунок 3: "Подключение акселерометра"

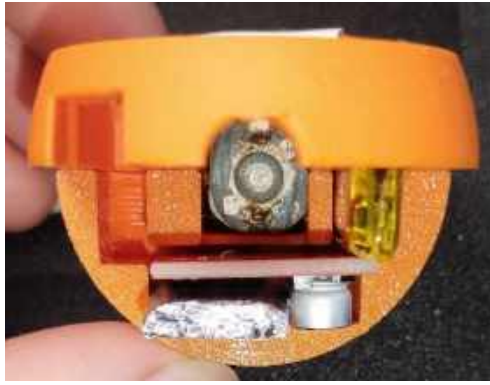


Рисунок 4: "Расположение компонентов"

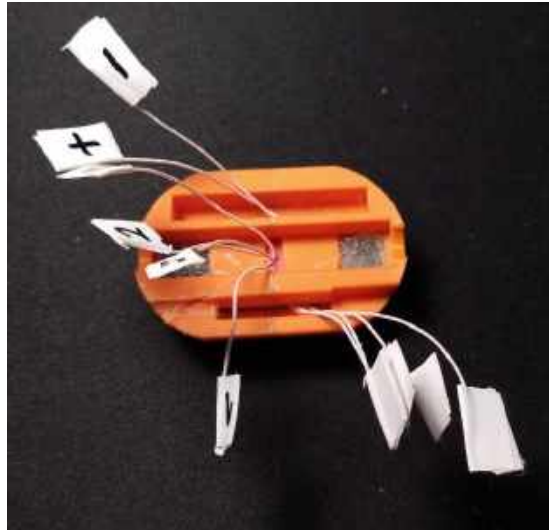


Рисунок 5: "Сборка нижней части"



Рисунок 6: "Вставка моторов"



Рисунок 7: "Первое знакомство кота с игрушкой"

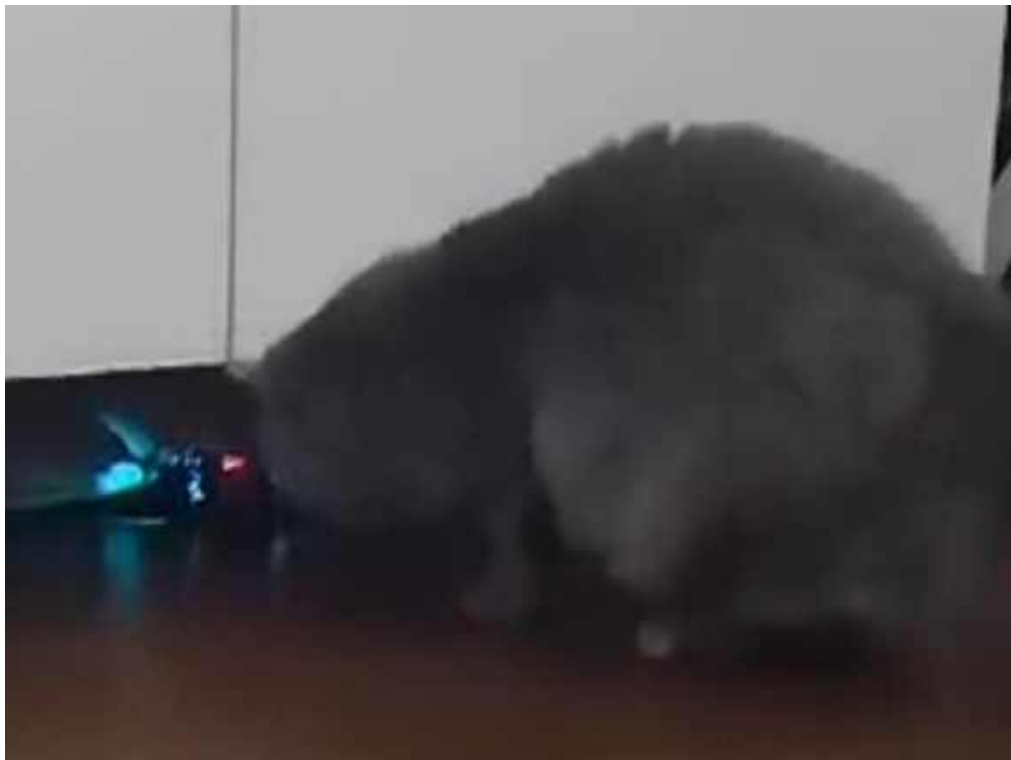


Рисунок 8: "Кот играет с игрушкой"



Рисунок 9: "Кошка играет с игрушкой"



г. Смоленск, ул. Ленина, 4, тел. 38-33-53, 38-21-80

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Гимназия № 1 имени Н.М. Пржевальского»

Техническое направление

**«Разработка кардиоусилителя на базе микропроцессора Arduino-UNO
в среде разработки Arduino-IDE»**

Автор: ученик 9 «А» класса Борисов
Сергей Андреевич

Научный руководитель: учитель физики
Семенова Ирина Алексеевна

Смоленск 2026

Введение

Современные технологии предоставляют широкий спектр возможностей для создания портативных медицинских устройств, включая системы для мониторинга сердечной активности. Электрокардиография (ЭКГ) является одним из наиболее информативных методов диагностики состояния сердца, её использование становится всё более доступным.

В данной работе проводится изучение физических процессов, лежащих в основе электрокардиографии. Рассматривается процесс проектирования и сборки макета устройства для снятия ЭКГ на базе микроконтроллера Arduino Uno и специализированных модулей AD8232 и ADS1292. Основное внимание уделено анализу ключевых компонентов системы, начиная с характеристик аппаратного обеспечения и заканчивая возможностями среды разработки Arduino IDE. Последовательно рассматриваются технические параметры, функциональные возможности и этапы реализации устройства.

Цель проекта – изучение среды разработки Arduino IDE, более глубокое понимание физических явлений, лежащих в основе процесса электрокардиографии, исследование характеристик платы Arduino UNO, проектирование и сборка макета устройства для снятия электрокардиографического сигнала (ЭКГ) с использованием Arduino Uno.

Задачи проекта:

- провести обзор литературы по техническим характеристикам существующих портативных электрокардиографов;
- изучить необходимые свойства среды Arduino Uno, платы Arduino Uno и подходящих модулей;
- определить технические характеристики комплектующих, программной среды,
- сборка макета портативного прибора для снятия электрокардио сигналов и создание недорогого и компактного прототипа ЭКГ устройства, способного регистрировать и передавать сигналы для обработки;
- проверка работоспособности.

1. Физические основы электрокардиографии

1.1 Понятие и устройство кардиографа

Электрокардиограф – это прибор для измерения и графической регистрации биоэлектрических импульсов сердца. ЭКГ нужны отделениям кардиологии, реанимации, хирургии, скорой помощи, специалистам в поликлиниках.

Электрокардиограф регистрирует частоту и ритм сердечных сокращений, выявляет различные кардиологические патологии (аритмию, ишемическую болезнь, инфаркт миокарда, гипертрофические изменения и пр.). С его помощью диагностируют отклонения от нормы, определяются с тактикой лечения и профилактикой осложнений болезни.

Все процессы жизнедеятельности организмов сопровождаются появлением в клетках и тканях электрических напряжений (биопотенциалов). Биопотенциалы имеют ионную природу и возникают вследствие разности концентраций положительных и отрицательных ионов во внутренней среде и снаружи клетки. Разность потенциалов, измеренная в состоянии физиологического покоя клетки, называется потенциалом покоя. Потенциалы действия образуются в связи с возникновением и распространением процесса возбуждения.

Возбудимость – это способность клетки к быстрому ответу на раздражение, проявляющемуся через совокупность физических, физико-химических и функциональных изменений. Согласно современным взглядам, причиной возникновения потенциалов клеток, как в покое, так и при возбуждении является неравномерное распределение ионов калия и натрия между содержимым клетки и окружающей средой. Концентрация ионов калия внутри клеток в 50-60 раз превышает их содержание в межклеточной жидкости. Напротив, концентрация натрия в окружающей клетку жидкости в 10-20 раз выше, чем внутри клетки. При возбуждении, благодаря особым свойствам клеточной мембраны, происходит перераспределение ионов и, соответственно, изменение разности потенциалов между внутренней средой и внешней поверхностью клетки.

Биопотенциалы отдельных клеток, входящих в состав определенной ткани или органа, суммируясь, образуют результирующую разность потенциалов, изменение которой во времени характерно для данной ткани или органа, и которая может быть зарегистрирована с помощью определенным образом расположенных на теле электродов [1-3].

Так как биопотенциалы очень тонко отражают функциональное состояние органов и тканей в норме и патологии, то регистрация их с последующим изучением используется для диагностики заболеваний. Наибольшее распространение получили методы регистрации потенциалов сердца – электрокардиография (ЭКГ), головного мозга электроэнцефалография (ЭЭГ), а также периферических нервных стволов и мышц – электромиография (ЭМГ). Следует отметить, что последние два метода в настоящее время активно совершенствуют с целью использовать при управлении такими носимыми изделиями робототехники, как экзоскелеты и бионические протезы.

Первые электрокардиограммы были представлены Уоллером в 1887 году, использовавшим в качестве гальванометра чувствительный капиллярный электромметр. В 1903 году Эйнтховен опубликовал работу, в которой были представлены электрокардиограммы, снятые с помощью сконструированного им струнного гальванометра. Этот год считается годом рождения электрокардиографии, а Эйнтховен – ее основоположником. Он дал название зубцам электрокардиограммы, разработал стандартные отведения, показал клиническое значение электрокардиографии.

По теории Эйнтховена в каждом мышечном волокне на границе возбужденного и невозбужденного участков возникают близко прилегающие друг к другу положительные и отрицательные заряды – элементарные диполи. В сердце одновременно возникает множество диполей, направление электрических моментов которых различно. Сумма электрических моментов всех диполей миокардиальных клеток образует суммарный диполь сердца, имеющий дипольный момент P_c , который в процессе работы сердца изменяется по величине и направлению. Вокруг сердца при этом образуется электрическое поле, которое можно зарегистрировать и на некотором расстоянии от него, в точках поверхности тела человека, присоединяя к ним электроды. Разность биопотенциалов между двумя точками тела человека называется отведением.

Направление суммарного дипольного момента сердца называют электрической осью сердца. Этот дипольный момент определяет величину разности электрических потенциалов, записанную на поверхности тела. Электрический потенциал, измеренный в любой точке, отдаленной от источника, зависит главным образом от величины суммарного дипольного момента сердца и угла между его направлением и осью отведения ЭКГ (рисунки 1,2). Эта синусоидальная кривая отражает ход

сердечного возбуждения, распространяющегося от синусового узла ко всему сердцу и регистрируемого электрокардиографом.

Эйнтховен предложил снимать разности биопотенциалов сердца между вершинами равностороннего треугольника, которые приблизительно расположены в правой руке, левой руке и левой ноге (рисунок 1).

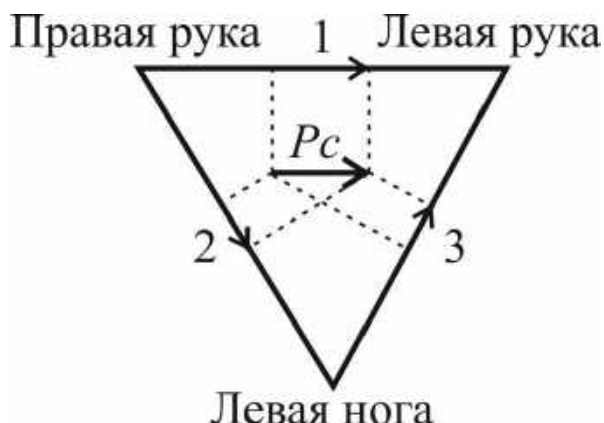


Рисунок 1 – Стандартные отведения

1 отведение: правая рука – левая рука.

2 отведение: правая рука – левая нога.

3 отведение: левая рука – левая нога.

Из рисунка 1 видно, что ЭКГ в этих отведениях представляют собой проекции суммарного вектора P_c на стороны треугольника. Эти отведения в настоящее время называются стандартными или классическими. В них получают временные зависимости разности потенциалов, которые и называются электрокардиограммами (ЭКГ) (рисунок 2).

Рисунок 2 – ЭКГ, записанная в соответствующих отведениях

В связи с последовательностью распространения возбуждения по различным областям нервно-



мышечной системы сердца результирующий вектор электрического момента сердца за цикл работы сердца изменяется по величине и направлению. Точку приложения этого вектора считают постоянной – это нервный узел в межпредсердной перегородке. Конец вектора за цикл работы сердца описывает сложную кривую, которая состоит из трех петель, обозначаемых буквами P, QRS и T, называемую вектор-кардиограммой (рисунок 3).

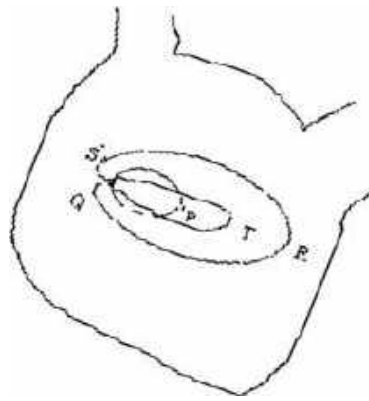
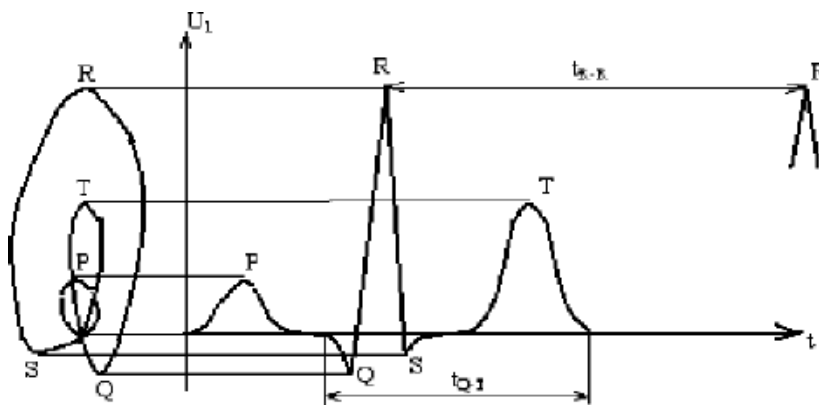


Рисунок 3 – Нормальная вектор-кардиограмма сердца

В отведениях получают временные зависимости проекций вектор-кардиограммы на соответствующие стороны треугольника. На рисунке 4



показана схема построения электрокардиограммы по вектор-кардиограмме в отведении 1.

Рисунок 4 – Схема построения электрокардиограммы по вектор-кардиограмме

Зубец P связан с возбуждением предсердий. Зубцы Q, R, S и T связаны возбуждением желудочков. Суммарные кривые, полученные при обследовании разных пациентов, очень похожи, поэтому приведенная на рисунке 4 электрокардиограмма представляет собой типичную кривую здорового человека. По сравнению с типичными ЭКГ здоровых людей на ЭКГ больных возникают различные отклонения, что дает важную информацию для диагностики. При оценке ЭКГ принимают во внимание наличие, форму, величину зубцов, их продолжительность и временные интервалы между зубцами.

Стандартные отведения считаются двухполюсными, так как они регистрируют разность потенциалов от двух конечностей, каждая из которых при работе сердца имеет определенный потенциал. При дальнейшем развитии электрокардиографии Вильсоном в 1932 году были предложены так называемые однополюсные отведения от конечностей и грудные отведения.

В настоящее время во всех случаях принято регистрировать ЭКГ в 12 отведениях: 3 стандартных, 3 однополюсных, 6 грудных.

Для правильного измерения и трактовки показателей ЭКГ важно, чтобы она была качественно записана в стандартных условиях: отсутствие шумов и смещения уровня записи от горизонтального, соблюдение требования стандартизации.

Электрокардиограф является усилителем биопотенциалов и для установки на нем стандартного коэффициента усиления подбирают такой его уровень, когда подача на вход прибора калибровочного сигнала в 1 мВ, приводит к отклонению записи от нулевой или изоэлектрической линии на 10 мм. Соблюдение стандарта усиления позволяет сравнивать ЭКГ, записанные на любых типах приборов, и выражать амплитуду зубцов ЭКГ в миллиметрах или милливольтках. Для правильного измерения длительности зубцов и интервалов ЭКГ запись должна производиться при стандартной скорости движения диаграммной бумаги, пишущего устройства или скорости развертки на экране монитора. Большинство современных электрокардиографов даст возможность регистрировать ЭКГ при трех стандартных скоростях: 25, 50 и 100 мм/с.

По электрокардиограмме можно судить о месте возникновения возбуждения в сердце, последовательности охвата отделов сердца возбуждением, скорости проведения возбуждения. Следовательно, можно судить о возбудимости и проводимости сердца, но не о сократимости.

1.2 Выбор электрокардиографа

Для крупных медицинских учреждений (поликлиник, больниц) оптимальным решением будет стационарное оборудование с широким спектром дополнительных возможностей. Для выездных бригад скорой помощи, экстренных случаев идеальный выбор – малогабаритные портативные устройства.

Важный параметр – объем внутренней памяти. Чем она больше, тем значительнее объем информации, который прибор сохранит при отсутствии бумажного носителя.

Большим преимуществом станет возможность подключения прибора к ПК через Bluetooth или USB. Опция дает возможность сохранять, просматривать, анализировать и передавать результаты обследования по телекоммуникационным каналам, сохранять данные пациентов.

При подборе клавиатуры отдавайте предпочтение пленочным вариантам. В сравнении с кнопочными аналогами, она лучше защищена от возможных повреждений и загрязнений.

Наиболее прогрессивными моделями считаются кардиографы с программным обеспечением и расширенным набором функций:

- построением заключения по результатам контурных анализов ЭКГ;
- непрерывным мониторингом сердечного ритма с записью в памяти прибора;
- автоматическим включением дополнительных функций при обнаружении патологий (аритмии, ишемии и пр.);
- предоставлением возможности дистанционного контроля за состоянием больного через системы телекоммуникации.



Рисунок 5 - Электрокардиограф с дисплеем

1.3 Функциональные различия аппаратов для ЭКГ.

Классификация моделей ЭКГ производится с учетом технических характеристик и функциональных возможностей. Для проведения общей диагностики достаточно базового набора опций, определяющих частоту, ритм и регулярность сердечных сокращений. Такие аппараты отражают состояние сердечной мышцы, выявляют патологии миокарда. Стандартные модели доступны по цене. Их возможности позволяют выявлять распространенные заболевания сердца.

Современные кардиографы с дополнительными функциями – это высокопроизводительные, эргономичные устройства для точной диагностики патологических состояний. Такие аппараты незаменимы в многопрофильных медицинских центрах, через которые проходит большой поток пациентов.

Кардиографы с дисплеем

Электрокардиограф с дисплеем – удобный и функциональный аппарат. На его монитор можно быстро вывести и просмотреть результат диагностики прежде, чем распечатывать его на бумажном носителе. Если нужно повторить кардиограмму из-за помех, врач может не печатать результат на бумажной ленте.

Кардиографы с разным количеством каналов

Основное функциональное отличие всех видов электрокардиографов сводится к количеству каналов, записывающих данные обследования.

Одноканальные

Такие аппараты за счет портативности используют в машинах скорой помощи и на экстренных вызовах. Они отличаются компактными размерами и небольшим весом (800-900 г). Приборы работают от аккумулятора и от сети, имеют набор базовых функций, отображают пульс на сенсорном экране с простым и понятным интерфейсом. С их помощью можно снять кардиограмму, распечатать результат на встроенном принтере.

Трехканальные

Оборудование располагает дополнительным набором функций – выполняет расчеты в автоматическом режиме, отслеживает возможные погрешности, выполняет печать на термопринтере с отображением основных показателей сердечной деятельности и данных пациента. Трехканальные ЭКГ позволяют сохранять и переносить результаты обследования в компьютер.

Некоторые модели с функцией дефибрилляции способны купировать состояния, опасные для жизни. Это оптимальный вариант для бригад скорой помощи и МЧС.

Шестиканальные

Шестиканальные электрокардиографы могут быть портативными и стационарными. Такие аппараты снабжены информативным дисплеем и расширенным функционалом. Они отличаются высокой скоростью работы, мощными аккумуляторами и большим объемом памяти, способным хранить одновременно до 1000 кардиограмм.

Устройства оснащены автоматической печатью на бумаге любого формата и индикатором неисправностей. Портативные варианты отличаются небольшими габаритами, стационарные – значительным весом и размерами.

Двенадцатиканальные

Это виды электрокардиографов с обширными функциональными возможностями. Они могут выполнять различные типы исследований, осуществлять непрерывный мониторинг сердечного ритма, выдавать детализированный отчет в режиме реального времени.

Двенадцатиканальные кардиографы располагают большим объемом памяти, возможностью удаленного управления, автоматического обнаружения ошибок. Расширенная комплектация позволяет подключать аппарат к компьютеру, отправлять результаты по факсу и интернету, подключать принтер, велоэргометр, дополнительные программы для выполнения тестов с нагрузкой.

1.4 Анализ параметров и функционала Arduino Uno

Основной элемент платы Arduino микроконтроллер Atmel. На большинстве плат Arduino, включая Arduino Uno, установлен микроконтроллер ATmega. На плате Arduino Uno находится микроконтроллер ATmega 328. Микроконтроллер исполняет весь скомпилированный код программы. Язык Arduino предоставляет доступ к периферийным устройствам микроконтроллера: аналого-цифровым преобразователям (ADCs), цифровым портам ввода-вывода, коммуникационным шинам (включая PC и SPI) и последовательным интерфейсам. На плате все эти порты выведены на штырьковые контакты. К тактовым контактам микроконтроллера ATmega подключен кварцевый резонатор на 16 МГц [4]. В этом анализе мы подробно рассмотрим параметры и функциональные возможности платы.

Основные параметры Arduino Uno

Микроконтроллер и тактовая частота: Arduino Uno оснащена 8-разрядным микроконтроллером ATmega328P. Этот чип работает на тактовой частоте 16 МГц, что обеспечивает достаточно высокую производительность для большинства задач, включая управление периферийными устройствами, обработку сигналов и выполнение логических операций.

Память:

Флэш-память: Arduino Uno располагает 32 КБ памяти для хранения программ. Однако 0,5 КБ этой памяти зарезервированы для загрузчика (bootloader), который облегчает загрузку программ через USB [5].

SRAM (оперативная память): 2 КБ оперативной используются для хранения переменных, временных данных и стека во время выполнения программы.

EEPROM: 1 КБ энергонезависимой памяти позволяет хранить данные, сохраняющиеся даже при выключении питания. Это полезно для сохранения настроек или пользовательских данных.

Цифровые и аналоговые входы/выходы:

Плата имеет 14 цифровых выводов, 6 из которых поддерживают функцию PWM (импульсной модуляции) (рисунок 5). Это позволяет управлять устройствами, такими как двигатели и светодиоды, с изменением мощности.

6 аналоговых входов обеспечивают возможность подключения датчиков и других устройств, генерирующих аналоговые сигналы. Аналоговые входы используют встроенный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь (ADC), который преобразует сигналы в диапазоне от 0 до 1023 [6].

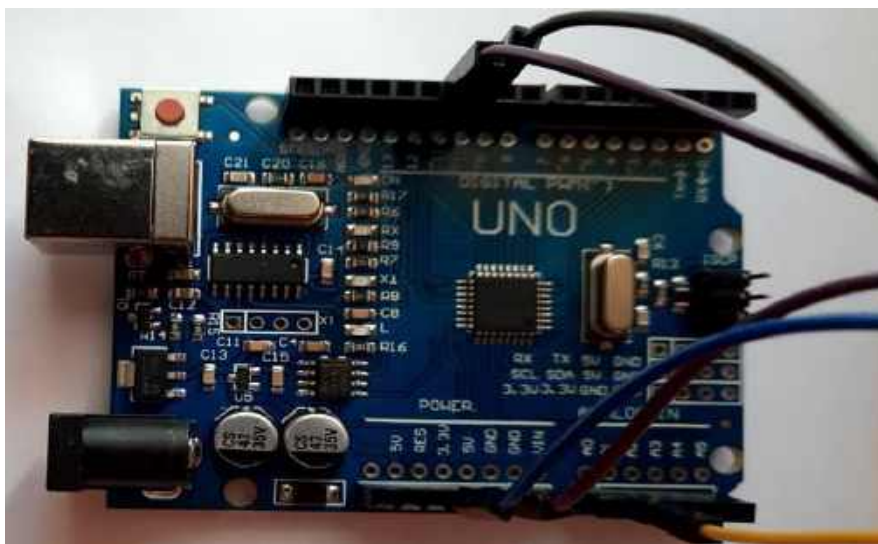


Рисунок 5 – Arduino UNO

Питание и энергопотребление:

Электропитание платы Arduino возможно через разъем USB или через разъем внешнего блока питания, находящийся ниже. На этот разъем допускается подача постоянного напряжения от 7,5 до 12 В. Сама плата, Arduino потребляет около 50 мА. Поэтому небольшой 9-вольтовой батареи типа «Крона» (200 мА·ч) достаточно, чтобы питать плату в течение примерно четырех часов [7]

Коммуникационные интерфейсы:

USB: используется как для программирования платы, так и для передачи данных между Arduino и компьютером.

UART (Serial): поддерживает последовательный обмен данными через порты RX и TX.

I2C и SPI: позволяют подключать периферийные устройства, такие как датчики, модули связи и экраны.

Функциональные возможности

Arduino Uno программируется через Arduino IDE, которая предоставляет простой и интуитивно понятный интерфейс для написания и загрузки кода. Далее мы рассмотрим более подробно среду разработки Arduino IDE. Arduino Uno способен собирать и обрабатывать данные с датчиков в реальном времени. Это включает в себя фильтрацию сигналов, выполнение математических вычислений и преобразование данных в формат, пригодный для визуализации [5].

Плата может использоваться для управления внешними устройствами, такими как двигатели, светодиоды, реле и т.д. Функция ШИМ позволяет плавно регулировать мощность устройств, что особенно важно в приложениях, связанных с моторным управлением и освещением.

Серийный монитор Arduino IDE позволяет осуществлять базовую отладку и обмен данными между платой и компьютером. Данные с Arduino можно визуализировать или сохранять для последующего анализа.

Рассмотрим ограничения Arduino UNO. Производительность: 8-разрядный микроконтроллер и 16 МГц тактовой частоты ограничивают возможности для сложных вычислительных задач.

Память: 2 КБ SRAM может быть недостаточно для обработки больших объемов данных или сложных программ. Отсутствие встроенного механизма отладки: разработчикам приходится полагаться на вывод данных через серийный монитор.

2 Анализ среды разработки Arduino IDE

2.1 Среда разработки

Интегрированная среда разработки Arduino или программное обеспечение Arduino (IDE) содержит текстовый редактор для написания кода, область сообщений, текстовую консоль, панель инструментов с кнопками для основных функций и ряд меню (рисунок 6). Она подключается к аппаратному обеспечению Arduino для загрузки программ и взаимодействия с ними [7].



Рисунок 6 – Среда разработки Arduino IDE

Средой Arduino используется принцип блокнота: стандартное место для хранения программ (скетчей). Скетчи из блокнота открываются через меню File > Sketchbook или кнопкой Open на

панели инструментов. При первом запуске программы Arduino автоматически создается директория для блокнота. Расположение блокнота меняется через диалоговое окно Preferences [8].

Arduino IDE автоматически компилирует код, проверяя его на наличие ошибок. Компиляция проходит быстро даже на мало мощных компьютерах. Скetchи легко загружаются на платы через USB-подключение. IDE автоматически распознает подключенное устройство и выбирает подходящий COM-порт.

Одной из ключевых функций Arduino IDE является встроенный менеджер библиотек, который позволяет пользователям добавлять сторонние или стандартные библиотеки. Это значительно упрощает процесс работы с популярными модулями, такими как датчики, дисплеи, модули связи и т.д. Пользователи могут обновлять библиотеки непосредственно из интерфейса IDE, что упрощает работу над проектами.

Менеджер плат.

Среда разработки поддерживает менеджер плат, который позволяет добавлять поддержку новых плат Arduino и совместимых микроконтроллеров (например, ESP32, STM32). Это расширяет возможности платформы, делая её совместимой с большим количеством оборудования.

Серийный монитор.

Arduino IDE включает встроенный серийный монитор, который позволяет взаимодействовать с платой через последовательный интерфейс. Он используется для получения отладочных сообщений, анализа данных и отправки команд. Серийный монитор поддерживает различные скорости передачи данных, что делает его универсальным инструментом для отладки и тестирования.

Ограничения Arduino IDE.

Встроенный текстовый редактор не поддерживает такие современные функции, как расширенное автодополнение, подсказки по функциям или сложный поиск и замену. Отсутствие возможности работать с большими проектами из нескольких файлов может быть неудобным для опытных пользователей. Arduino IDE не предоставляет встроенных инструментов для пошаговой отладки. Разработчики вынуждены полагаться на серийный монитор и вывод сообщений через Serial.print().

Среда больше ориентирована на небольшие проекты. Для сложных приложений, большого количества кода требуется использовать сторонние IDE, такие как Visual Studio Code или PlatformIO.

2.2 Разработка программы

Взаимодействие микроконтроллера Arduino Uno с платами **ADS1292** и **AD8232** позволяет создать компактный и эффективный модуль для регистрации ЭКГ сигналов. Эта интеграция включает несколько ключевых блоков, каждый из которых выполняет свою роль в процессе сбора, обработки и передачи данных. Рассмотрим подробнее, как каждый из блоков взаимодействует, и какие технические и программные аспекты лежат в основе их работы.

Блоки системы

1. Электроды и входные сигналы

Первые элементы системы — это электроды, которые размещаются на теле пациента для регистрации электрической активности сердца. Электроды собирают разность потенциалов,

возникающую из-за электрических импульсов сердца. Сигнал с электродов поступает на входные разъёмы плат **ADS1292** и **AD8232**.

Типы подключений.

Для AD8232 используется схема с тремя электродами: правой рукой (RA), левой рукой (LA) и правой ногой (RL) для подавления помех (Right Leg Drive).

ADS1292 может поддерживать многоканальные конфигурации, позволяя подключать до двух независимых каналов ЭКГ.

2. Плата ADS1292

ADS1292 — это высокоинтегрированный АЦП, специально разработанный, для регистрации биомедицинских сигналов.

Функциональные возможности.

Обработка сигнала: Плата принимает аналоговые сигналы с электродов, фильтрует их и преобразует в цифровую форму с помощью встроенных АЦП.

Шумоподавление: ADS1292 включает встроенные фильтры, такие как высокочастотные фильтры для устранения сетевых помех и фильтры для подавления низкочастотных шумов.

Гибкость интерфейса: Подключение осуществляется через интерфейсы **SPI**, что позволяет легко интегрировать плату с Arduino Uno.

Обмен данными: Arduino Uno отправляет команды настройки через SPI, чтобы активировать необходимую конфигурацию регистров.

После настройки ADS1292 передаёт данные о зарегистрированных ЭКГ сигналах в виде цифровых пакетов. Данные отправляются, когда сигнал **Data Ready (DRDY)** сообщает о готовности новой выборки.

Программное обеспечение: Для взаимодействия используется библиотека SPI.h, обеспечивающая обмен данными с ADS1292. Библиотека управляет настройкой и передачей данных через SPI.

3. Плата AD8232

AD8232 представляет собой аналоговую часть для регистрации ЭКГ сигналов, которая обеспечивает усиление и базовую фильтрацию входных данных.

Функциональные возможности.

Усиление сигнала: Плата усиливает слабые электрические сигналы, поступающие с электродов, до уровня, который может быть обработан Arduino Uno.

Фильтрация: Встроенные фильтры подавляют шумы, включая смещение базовой линии и высокочастотные помехи.

Обмен данными: Выходной аналоговый сигнал подаётся на один из аналоговых входов Arduino Uno, где он преобразуется встроенным АЦП микроконтроллера в цифровую форму.

Используется функция `analogRead()`, чтобы считать данные, представляющие уровень напряжения сигнала.

4. Микроконтроллер Arduino Uno

Arduino Uno — центральный элемент системы, который отвечает за обработку данных и управление взаимодействием между платами и внешними устройствами.

Обработка сигналов: Сигналы от ADS1292 и AD8232 собираются, фильтруются, обрабатываются и готовятся для передачи. Применяются цифровые фильтры.

Передача данных: Arduino Uno передаёт обработанные данные на компьютер через последовательный интерфейс USB. Это может быть сделано с использованием библиотеки Serial.

Обмен данными: Для чтения цифровых данных с ADS1292 используется SPI, для аналогового сигнала AD8232 — встроенный АЦП Arduino. На компьютере происходит визуализация данных.

Функции: Данные, переданные через последовательный порт, отображаются в режиме реального времени с помощью встроенного в Arduino IDE Серийного монитора.

Программное обеспечение: Простая визуализация выполняется с использованием Serial Plotter (встроенного в Arduino IDE).

ADS1292 настраивается на выбранную частоту дискретизации и режим работы через SPI.

Сигналы считываются с ADS1292 (в цифровой форме) и AD8232 (аналоговый сигнал). Проверяется готовность новых данных через сигналы DRDY для ADS1292.

Данные отправляются через последовательный порт на компьютер для отображения.

На основе этих данных мы можем написать программный код, для съема ЭКС. Разберем как должна работать наша программа.

Настройка плат:

При инициализации ADS1292 происходит настройка её регистров через SPI. Пример настройки может включать выбор режима работы (одноканальный, трёхканальный) и частоты дискретизации. AD8232 не требует настройки, так как это аналоговая плата. Достаточно считать сигнал с аналогового пина.

Сбор данных:

ADS1292 передаёт цифровые данные через SPI. Программа проверяет сигнал DRDY, чтобы определить готовность данных.

AD8232 передаёт аналоговый сигнал, который считывается с помощью analogRead().

Обработка данных:

Обработка включает фильтрацию шумов, преобразование формата данных (например, 10-битного значения AD8232 в напряжение), а также удаление базовых помех.

Передача данных:

Данные выводятся в Serial Monitor или передаются на компьютер через USB для дальнейшей обработки и визуализации.

Пример реализации программы представлен в приложении.

3 Макет устройства, предназначенного для съема ЭКС

Создание макета устройства для снятия ЭКГ на базе микроконтроллера Arduino Uno и плат AD8232 и ADS1292 позволяет разработать компактное устройство для регистрации и анализа биосигналов. В данной главе описываются этапы сборки макета, подключение компонентов

Подключение Arduino Uno

Arduino Uno — это центральный элемент системы, который координирует обмен данными между компонентами (рисунок 7). Питание Arduino осуществляется через USB-кабель, подключённый к компьютеру. Пины GND и 5V используются для питания AD8232 и ADS1292.

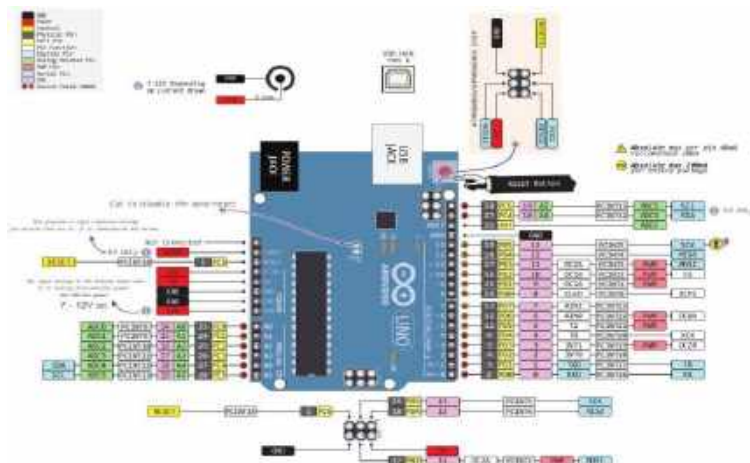


Рисунок 7 – Электрические контакты Arduino UNO

Подключение AD8232

AD8232 выполняет начальную обработку сигнала с электродов (рисунок 8).

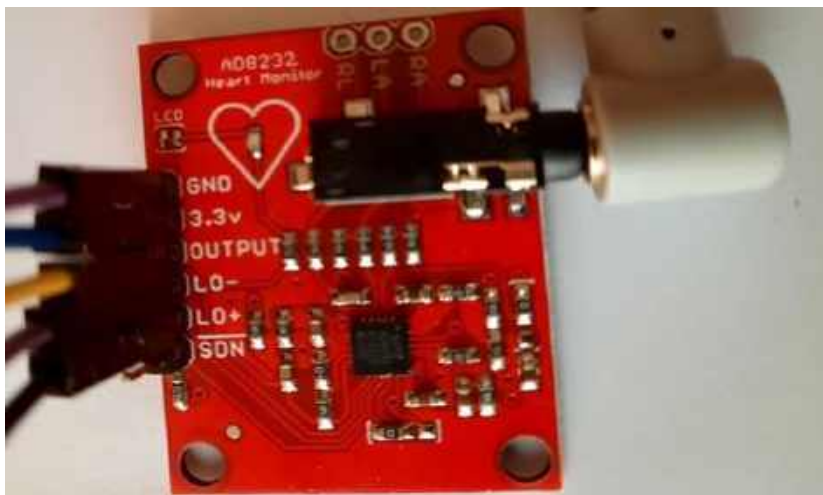


Рисунок 8 – Электрические контакты AD8232

Питание: Пин 3.3V модуля AD8232 подключаем к выходу 3.3V Arduino Uno. Соединяем пин GND модуля с пином GND Arduino Uno.

Сигнал: Подключим выходной пин OUT модуля к аналоговому входу A0 Arduino Uno.

Подключение ADS1292

ADS1292 предназначен для снятия двухканального ЭКГ с высоким качеством цифровизации (рисунок 9).

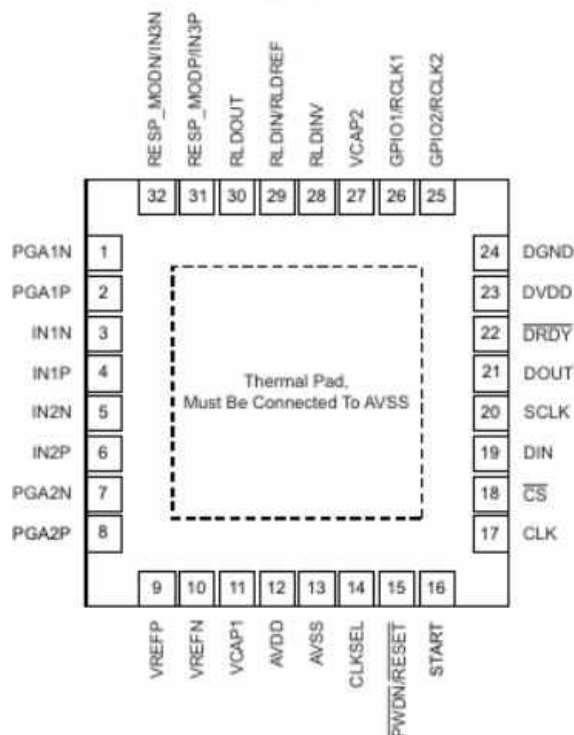


Рисунок 9 – Электрические контакты ADS1292

Питание: Соединим пин 3.3V ADS1292 с выходом 3.3V Arduino Uno.

Подключим пин GND ADS1292 к пину GND Arduino Uno.

Интерфейс SPI: Плата ADS1292 подключается к Arduino через интерфейс SPI:

CS (Chip Select) -> цифровой пин 10 Arduino Uno. CLK (Serial Clock) -> цифровой пин 13.

MOSI (Master Out Slave In) -> цифровой пин 11. MISO (Master In Slave Out) -> цифровой пин 12.

Таким образом, был собран макет портативного прибора для снятия электрокардио сигналов.

Заключение

В ходе выполнения работы был проведён комплексный анализ компонентов системы, включая микроконтроллер Arduino Uno, специализированные модули AD8232 и ADS1292, а также среду разработки Arduino IDE. На основе этого анализа разработан и собран прототип устройства для снятия электрокардиографического сигнала (ЭКГ). В результате работы был создан функциональный прототип ЭКГ устройства, способный регистрировать биосигналы, преобразовывать их в цифровую форму и передавать на компьютер для визуализации и анализа. Этот макет демонстрирует возможность разработки компактных и доступных решений для мониторинга сердечной активности.

Поданы материалы для публикации:

1. Доступный кардиоусилитель с использованием комплекса ARDUINO для

наблюдения за генетическими заболеваниями сердца.

2. Разработка модели бюджетного кардиоусилителя для контроля работы сердца в рамках стратегии персонализированной медицины.

Список литературы

1. Сухопаров В.А. Физические основы электрокардиографии // Международный школьный научный вестник. 2019. № 3-2. ; URL: <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=1075> (дата обращения: 04.01.2026).

2. Физические основы электрокардиографии и изучение электрокардиографа. https://elar.ssmu.ru/bitstream/20.500.12701/3316/1/tut_ssmu-4.pdf

3. Сидакова Р.И., Щербакова И.В. Физические основы электрокардиографии // Актуальные исследования. №51 (181), декабрь 2023. <https://apni.ru/article/7913-fizicheskie-osnovi-elektrokardiografii?ysclid=mjynfe3hh6418529196>

4. Мацаль И.И. Основы программирования робототехнического контроллера Arduino V5: учебно-методическое пособие / И. И. Мацаль. — М.: Издательство «Экзамен», 2021 — 128 с.

5. Белов А. В. Программирование ARDUINO. Создаем практические устройства - СПб.: Наука и Техника, 2018. – 272 с.

6. Монк С. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. – СПб.: Питер, 2017. – 251 с.

7. Блум Д. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства - СПб.: БВХ -Петербург, 2017. – 336 с.

8. Arduino IDE. URL: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment> (дата обращения: 19.11.2025)

Код для AD8232 void setup()

```
{

// initialize the serial communication: Serial.begin(9600);
pinMode(10, INPUT); // Setup for leads off detection LO + pinMode(11,
INPUT); // Setup for leads off detection LO -

}
void loop() {
```

```
if(((digitalRead(10) == 1)||((digitalRead(11) == 1))){ Serial.println(!);
```

```
}
```

```
else{
```

```
// send the value of analog input 0: Serial.println(analogRead(A0));
```

```
}
```

```
//Wait for a bit to keep serial data from saturating delay(1);
```

```
}
```

Код для ADS1292

```
#include "protocentralAds1292r.h" #include
```

```
"ecgRespirationAlgo.h" #include <SPI.h>
```

```
volatile uint8_t globalHeartRate = 0; volatile uint8_t
globalRespirationRate=0;
```

```
const int ADS1292_DRDY_PIN = 6; const int
ADS1292_CS_PIN = 7; const int
ADS1292_START_PIN = 5; const int
ADS1292_PWDN_PIN = 4;
```

```
int16_t ecgWaveBuff, ecgFilterout; int16_t
resWaveBuff,respFilterout;
```

```
ads1292r ADS1292R;
```

```
ecg_respiration_algorithm ECG_RESPIRATION_ALGORITHM;
```

```

void setup()
{
    delay(2000);
    SPI.begin(); SPI.setBitOrder(MSBFIRST);
    //CPOL = 0, CPHA = 1
    SPI.setDataMode(SPI_MODE1);
    //      Selecting      1Mhz      clock      for      SPI
    SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV16);

    pinMode(ADS1292_DRDY_PIN, INPUT); pinMode(ADS1292_CS_PIN,
    OUTPUT); pinMode(ADS1292_START_PIN, OUTPUT);
    pinMode(ADS1292_PWDN_PIN, OUTPUT);

    Serial.begin(57600);
    ADS1292R.ads1292Init(ADS1292_CS_PIN,ADS1292_PWDN_PIN,ADS1292_S TART_PIN);
    Serial.println("Initilization is done");
}
void loop()
{
    ads1292OutputValues ecgRespirationValues;

    boolean  ret  =  ADS1292R.getAds1292EcgAndRespirationSamples(ADS1292_DRDY_PIN,ADS
1292_CS_PIN,&ecgRespirationValues);
    if (ret == true)
    {
        ecgWaveBuff = (int16_t)(ecgRespirationValues.sDaqVals[1] >> 8) ; // ignore the lower 8 bits out of
24bits
        resWaveBuff      =      (int16_t)(ecgRespirationValues.sresultTempResp>>8)      ;
        if(ecgRespirationValues.leadoffDetected == false)

```

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»**

Областная научно-практическая конференция "Шаг в науку"

Секция: естественно-математическое направление

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРАВЯНОГО ЧАЯ С
ФЕРМЕНТИРОВАННЫМ ХВОЙНЫМ КОМПОНЕНТОМ КАК ОСНОВА
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО БРЕНДА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выполнила:
студентка 24.Вет.о группы 2
курса
факультета технологий
животноводства и
ветеринарной медицины
Капитонова Полина Алексеевна

Научный руководитель:
зав. кафедрой зоотехнии,
к. с.-х. н., доцент
Курская Юлия Алексеевна

Смоленск 2026

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Чай, традиционный напиток, известный своим культурным значением, имеет историю, глубоко укоренившуюся в человеческой цивилизации. Определяемый как настой, получаемый из молодых листьев, почек и междоузлий *Camellia sinensis* или *Camellia assamica* [27], чай берет свое начало примерно в 2700 году до нашей эры, причем его раннее развитие в основном сосредоточено в китайской культуре. На протяжении всей истории природные ресурсы, особенно растения и их разнообразные составляющие, играли важную роль в лечении болезней и поддержании благополучия человека. Лекарственные травы, получаемые из листьев, цветов, плодов, коры, корней и корневищ, ценились за богатое содержание фитохимических веществ, предлагая широкий спектр кулинарного и медицинского применения. Ранние китайские цивилизации, существовавшие еще 400–5000 лет назад, продемонстрировали глубокое понимание потенциальных лечебных свойств чая, признавая его способность лечить и предотвращать различные человеческие недуги. В настоящее время чай вышел за географические границы, завоевав популярность у миллионов потребителей по всему миру и сохраняя свою вневременную привлекательность из поколения в поколение. Со временем привлекательность чая привела к диверсификации его сортов, каждый из которых характеризуется различными методами обработки. Зеленый, черный и улун составляют основные типы чая, различающиеся степенью ферментации, влияющей на их вкусовые характеристики. В последние годы наблюдается заметный всплеск интереса к травяным чаям, также известным как тизаны. Получаемые из широкого спектра растений и растительных компонентов, травяные чаи заслужили признание за свои полезные для здоровья свойства и традиционные лечебные качества. [28]

Смоленская область обладает богатыми природными ресурсами: здесь произрастают сотни видов лекарственных и ароматических растений, а леса занимают более 40% территории региона. Однако потенциал этих ресурсов используется недостаточно. Отсутствие современных гастрономических брендов, которые могли бы стать «вкусным сувениром» для туристов, сдерживает развитие региональной экономики и туристической привлекательности Смоленщины.

Особый интерес представляет использование хвойного сырья (сосна обыкновенная *Pinus sylvestris*, ель европейская *Picea abies*) в производстве травяных чаев. Хвоя содержит высокие концентрации витамина С (до 250 мг/100 г), каротиноиды, флавоноиды, фитонциды и эфирные масла. Однако традиционное использование хвои в виде простых отваров часто связано с излишней горечью и смолистым привкусом, что ограничивает ее потребительские качества [30].

Научная новизна работы заключается в разработке технологии ферментации хвойного сырья, позволяющей:

- сохранить максимальное количество биологически активных веществ;
- улучшить органолептические характеристики продукта (устранить излишнюю горечь);
- создать уникальные купажи травяных чаев с использованием ферментированной хвои,

привязанные к культурно-историческим локациям Смоленской области.

Практическая значимость работы состоит в возможности создания нового регионального бренда, диверсификации сельскохозяйственного производства, повышения добавленной стоимости местного сырья и развития туристической привлекательности региона.

Цель работы – разработать технологию производства травяного чая с ферментированным хвойным компонентом и обосновать возможность его использования как основы гастрономического бренда Смоленской области.

Задачи исследования:

1. Провести анализ существующих технологий производства травяных чаев и использования хвойного сырья.

2. Разработать режимы ферментации хвои сосны и ели, обеспечивающие оптимальные органолептические и функциональные свойства.
3. Создать рецептуры купажей травяных чаев с включением ферментированной хвои.
4. Оценить качество полученного продукта по органолептическим и физико-химическим показателям. Провести дегустационную оценку разработанных купажей.
5. Выполнить экономическое обоснование эффективности производства.
6. Разработать предложения по внедрению технологии в производство.

Апробация:

Материалы научной работы прошли публичную апробацию и докладывались на международных конференциях:

III Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса как основа продовольственной безопасности», посвященной 50-летию экономического факультета ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» 04 декабря 2025

II Международной научной конференции «Аграрная наука и инновационное развитие АПК: состояние, проблемы и перспективы», которая состоится на базе ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА 24 апреля 2025 года

VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Молодые ученые в аграрной науке», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный аграрный университет им. К.Е. Ворошилова» 23-24 апреля 2025 г.

Подана заявка на патент на способ производства

Подана заявка на грант «Студенческий стартап» Фонд содействия инновация

Подана заявка на грант Всероссийского студенческого конкурса социальных проектов социального конкурса «Инносоциум»

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. История и происхождение чая

Согласно древней легенде, считается, что Шэнь Нун, второй император Китая, случайно открыл чай около 2737 года до н.э. [32]. Однажды, отдыхая во дворе с чашкой кипятка после сытного ужина, он увидел, как в чашку упало несколько листьев с соседнего дерева. Он сделал глоток, не заметив этого. Привычка пить чай сформировалась благодаря наслаждению его вкусом и ощущению, что он значительно уменьшает дискомфорт, который он испытывал в тот момент. Согласно индийскому мифу, Будда почувствовал сонливость на пятом году семилетней бессонной медитации. Он быстро сорвал несколько листьев с ближайшего куста и начал их жевать. Чудесным образом его усталость исчезла. Растением оказалось дикое чайное дерево .

Отец Джаспер де Круз, португальский иезуитский миссионер, был первым европейцем, попробовавшим чай и написавшим о нем в 1560 году. Голландцы привезли несколько сортов чая и чайных традиций в Новый Амстердам около 1650 года (который впоследствии превратился в Нью-Йорк). В 1657 году в кофейне Гарвея в Лондоне, Англия, был представлен первый чай, который употреблялся как напиток, обладающий целебными свойствами. Первый чай в розничной продаже был предложен Джоном Хорниманом в герметичных контейнерах с свинцовой облицовкой в 1826 году. Компания Twinings of England, основанная в Англии в 1706 году, имеет богатую историю купаживания и торговли чаем. Она признана одной из старейших и наиболее уважаемых чайных компаний в мире. В 1870 году Twinings of England начала купаживать чай для достижения однородности своей продукции. Ричард Блечинден, англичанин, изобрел холодный чай в 1904 году в период палящей жары на Всемирной выставке в Сент-Луисе. Чайные пакетики были случайно

изобретены импортером чая Томасом Салливаном из Нью-Йорка в 1908 году, когда он поставлял чай клиентам в маленьких шелковых мешочках, которые по ошибке заваривал целиком. В 1953 году был представлен первый в мире растворимый чай. Сегодня зеленый чай пьют в Азии, а черный чай употребляют в Северной Африке, Северной Америке и Европе [34].

1.2. История торговли чаем

Чай, который на протяжении тысячелетий употреблялся в Китае в качестве лечебного напитка, приготовленного путем заваривания свежих листьев в кипящей воде, стал распространенным напитком, а его выращивание и обработка начались примерно в III веке н.э. В 350 году н.э. было опубликовано самое раннее описание того, как сажать, готовить и пить чай. Выращивание чая имеет долгую историю: первые чайные семена были завезены в Японию около 800 года н.э., а сельское хозяйство, основанное на выращивании чая, сформировалось к XIII веку. Выращивание чая было завезено на остров Формоза (Тайвань) в 1810 году китайскими иммигрантами с острова Амой. В 1826 году голландцы привезли на Яву японские семена и рабочих, а в 1833 году завезли китайские семена, рабочих и оборудование в высокогорные районы у границы между индийским штатом Ассам и Бирмой. Чайные деревья были обнаружены в этом регионе в 1824 году. В 1836 и 1867 годах, соответственно, британцы начали выращивать чай в Индии и на Цейлоне (Шри-Ланка), первоначально используя китайские семена, но в конечном итоге перейдя на семена растений из Ассама [32].

В 1610 году Голландская Ост-Индская компания успешно доставила первую партию китайского чая в Европу, а в 1669 году Английская Ост-Индская компания перевезла китайский чай на лондонский рынок. Со временем чай, производимый на британских плантациях на Цейлоне и в Индии, также стал популярным. К концу XIX и началу XX веков чай выращивали в неазиатских странах, таких как российская Грузия, Суматра и Иран, а также в ряде африканских стран, включая Малави, Наталь, Конго, Уганду, Кению, Мозамбик и Танзанию. Страны Южной Америки, такие как Аргентина, Бразилия и Перу, а также Квинсленд в Австралии, также начали выращивать чай [32,33].

В Азии производится широкий ассортимент чая. В результате Азия в настоящее время занимает значительную долю на каждом мировом рынке импорта чая благодаря своей репутации производителя высококачественного чая, пользующегося высоким авторитетом на мировых рынках [27]. Чай также широко производится на Ближнем Востоке, в Южной Америке и Африке, внося значительный вклад в мировое производство чая. Он регулярно потребляется в течение дня большими группами населения в различных регионах, включая Азию, Великобританию, Европейский союз, Ближний Восток, Африку и Содружество Независимых Государств (СНГ) [27].

1.3. Распространенные виды чая

Существует несколько значимых традиционных сортов чая, включая черный, зеленый, желтый, красный, темный и белый. Среди этих сортов зеленый, черный и улун выделяются как наиболее широко производимые и потребляемые в различных регионах мира. Несмотря на то, что они происходят из одного и того же растения (*C. sinensis*), эти три типа различаются из-за разной степени ферментации, которой они подвергаются в процессе обработки. Черный чай доминирует в мировом производстве чая, на его долю приходится 78%, в то время как на зеленый и улун приходится 20% и 2% от общего объема производства соответственно [3, 7, 26].

Черный чай, наиболее распространенный вид чая, проходит полную ферментацию в процессе производства, что приводит к значительным биохимическим реакциям в чайных листьях, включая стадии деформации и ферментации. Эти реакции приводят к образованию окисленных и

полимеризованных компонентов, которые придают черному чаю особый вкус и аромат. К известным примерам черного чая относятся Пеко и Оранж Пеко, которые готовятся из верхних листьев чайного растения. Оранж Пеко поставляется из Шри-Ланки или Индии [31]. Производство черного чая включает два основных метода: традиционную обработку и обработку методом «нарезки, разрывания и скручивания» (СТС). Традиционная обработка, первоначально осуществлявшаяся путем ручной скрутки, но теперь механизированная, и обработка методом СТС, при которой используются машины для разрывания листьев, ускоряют процесс ферментации [22]. Черный чай занимает доминирующее положение на мировом рынке чая [36]. Он ценится за свой мягкий вкус, ярко-красный цвет, уникальный аромат и богатое питательное содержание.

Зеленый чай не подвергается ферментации и сохраняет свои исходные полифенолы благодаря минимальной обработке. Листья подвяливают и пропаривают, чтобы сохранить их естественный химический состав. Зеленый чай особенно популярен на Дальнем Востоке и в некоторых странах Ближнего Востока [15].

Улун — это частично ферментированный чай, обладающий вкусовым профилем, промежуточным между зеленым и черным чаем. Листья подвяливают, измельчают и подвергают частичному окислению, после чего нагревают и сушат [1]. Улун также широко употребляется на Дальнем Востоке.

Каждый вид чая обладает своим неповторимым вкусом, ароматом и полезными свойствами благодаря различиям в обработке и химическом составе [36]. Потребители во всем мире ценят эти чаи за их разнообразные вкусовые характеристики и потенциальные полезные для здоровья свойства. Чай остается напитком, любимым во всем мире, а методы его заваривания различаются в разных культурах. Время заваривания, крепость настоя и использование чайных пакетиков могут отличаться в разных странах, отражая разнообразные предпочтения любителей чая [23].

Помимо традиционных сортов чая, купажиrowание стало популярной практикой в чайной индустрии. *Купажирование* чая включает в себя умелое смешивание различных сортов или категорий чая из разных штатов или регионов для создания уникальных и неповторимых смесей. Это искусство позволяет производителям чая удовлетворять разнообразные предпочтения потребителей, достигая определенных вкусовых профилей, цветов и ароматов. Чайные смеси часто создаются для достижения сбалансированного и гармоничного вкуса, с учетом таких факторов, как происхождение чая, методы его обработки и желаемые характеристики конечного продукта. Купажирование позволяет производителям создавать фирменные смеси, которые выделяются на рынке и отвечают предпочтениям целевой аудитории. Некоторые распространенные примеры чайных смесей включают:

Классический и широко известный чайный купаж «Эрл Грей» сочетает в себе черный чай с эссенцией бергамота, цитрусового фрукта, что придает ему неповторимый и ароматный вкус.

Еще один популярный вариант английского завтрака — это смесь черного чая Ассам, Цейлон и Кения, известных своим насыщенным солодовым вкусом, что делает его бодрящим и освежающим утренним напитком.

Чайная смесь со специями родом из Индии. Чай масала сочетает в себе черный чай с различными специями, такими как кардамон, корица, гвоздика и имбирь, создавая теплый и ароматный вкусовой профиль.

Жасминовый зеленый чай - в этой смеси листья зеленого чая сочетаются с цветами жасмина, наполняя чай нежным цветочным ароматом и вкусом.

Марокканская мята - освежающая смесь марокканской мяты сочетает в себе зеленый чай и свежие листья мяты, обеспечивая охлаждающий и бодрящий эффект [14].

Смешивание чая открывает безграничные возможности для творчества и инноваций, позволяя производителям экспериментировать с различными ингредиентами для создания новых и интересных вкусов. Кроме того, купажирование позволяет производителям чая поддерживать стабильное качество круглый год, поскольку они могут корректировать купажи в соответствии с изменениями характеристик чая, вызванными сезонными изменениями. В целом, купажирование чая стало неотъемлемой частью чайной индустрии, удовлетворяя разнообразные вкусы и предпочтения любителей чая во всем мире и способствуя широкому выбору чая на рынке [33].

Травяной чай, или «тизаны», — это настой из растений, отличных от *Camellia sinensis*. Хотя травяной чай выглядит как чай и готовится аналогично чаю, это вовсе не чай. Тизаны или травяные чаи отличаются от традиционных чаев, которые готовят из растения *Camellia Sinensis*. Эти травяные чаи создаются путем настаивания семян, сушеных листьев, орехов, трав, коры, цветов, фруктов или других растительных ингредиентов для получения их характерного вкуса и полезных свойств. В отличие от других видов чая, травяные чаи не содержат кофеина и легко пьются благодаря своему приятному вкусу. Эти чаи могут быть приготовлены из одного растения или смеси трав, которые, как предполагается, оказывают определенный эффект, такой как омоложение, расслабление или облегчение от определенных состояний [9, 10, 11, 28].

Чай из трав пользуется популярностью уже давно. Были найдены документы древнеегипетской эпохи, в которых говорится о пользе и применении травяного чая. Прежде чем стать популярным напитком на каждый день, травяной напиток обычно ценился как лечебный. Например, чай эволюционировал из «лекарства» в «напиток» [29]. Это влияние затронуло не только травяной чай, но и настоящий чай. Около 5000–6000 лет назад, во времена династии Шэнь Нун в древнем Китае, чайные листья и другие травы использовались в лечебных целях. Чай впервые появился как напиток в конце династии Чжоу (1124–222 до н.э.) и постепенно набирал популярность в династии Цинь (221–206 до н.э.) [8, 20].

Согласно сообщениям из Индии, листья пяти других видов мангровых деревьев, включая *Ceriops decandra* (Griff), *Bruguiera cylindrical* (L) Bl, *Ding Hou*, *Rhizopora apiculate* Blame, *R. lamarckii* Montr и *R. mucronata* Lam, а также Blame, могут использоваться в качестве альтернативных источников чая (Kathiresan, 1995). Листья различных растений, включая *Sorbus aucuparia*, *Epilobium angustifolium*, *Fragaria vesca*, *Filipendula ulmaria* и *Rubus idaeus*, ранее использовались для приготовления чая европейскими исследователями (Julkunen-Tiitto et al., 1988). Они содержат несколько ароматических компонентов, обладающих лечебными свойствами для человека. Более точным описанием этих настоев из разных растений может быть травяной чай. Разнообразие травяных чаев доступно во многих азиатских странах, их готовят путем заваривания листьев растений или других их частей, таких как цветы. Одним из таких растений является *Gynpema sylvestre* из семейства *Asclepiadaceae*, широко распространенное в Индии и используемое для приготовления питательного и полезного травяного чая с различными лечебными свойствами. В целом, популярность травяных чаев в настоящее время растет [27].

Наряду с напитками, фруктовые и овощные соки, спортивные напитки и чаи считаются функциональными продуктами питания [25]. По определению, функциональные продукты питания снижают вероятность развития заболеваний или оказывают существенное влияние на самочувствие и здоровье. Функциональный компонент функционального продукта питания может состоять из незаменимого макронутриента, незаменимого микронутриента, заменимого питательного вещества или непитательного компонента. Чаи, несмотря на низкую собственную питательную ценность, богаты фенольными соединениями, которые связаны с многочисленными установленными преимуществами для здоровья. В различных отчетах задокументированы биологические эффекты полифенолов, включая их противораковые, противоаллергические, антибактериальные,

противовирусные, противовоспалительные, эстрогенные и иммуностимулирующие свойства. Они также известны своей высокой растворимостью в воде.

Благодаря растущей популярности на внутреннем и мировом рынках благодаря своим полезным для здоровья свойствам, потребление травяных чаев за последние несколько лет значительно возросло. Многочисленные исследования подчеркнули многочисленные преимущества травяных чаев для здоровья, а также возможность того, что их употребление может уменьшить нарушения свертываемости крови [34, 35]. Например, чай из листьев красной малины традиционно используется для лечения различных заболеваний и, в частности, при беременности, для стимуляции родов, если это необходимо. Несколько исследователей изучали терапевтические преимущества травяных чаев. Например, было установлено, что ежедневное употребление 1 чашки (или 0,25 чайной ложки в день для детей) ромашкового травяного чая облегчает дискомфорт в желудке и снижает тревожность. Аналогично, употребление одной чашки травяного чая с корицей в день показало потенциальную возможность снижения аллергических реакций, уровня холестерина ЛПНП и уровня сахара в крови. Беременным и кормящим женщинам рекомендуется употреблять 2–3 чашки в день травяных чаев, таких как чай из цедры цитрусовых, имбиря, апельсиновой цедры, мяты и шиповника, для поддержания хорошего здоровья [34]. Согласно исследованию da Silva et al, бразильскую ягоду можно использовать в качестве чая, чтобы воспользоваться преимуществами ее антиоксидантного состава. Их результаты показывают, что употребление травяных чаев в рекомендуемых дозах может оказывать влияние на различные заболевания [24].

В последние годы возрос интерес к поиску новых антиоксидантов природного происхождения, поскольку используемые в настоящее время синтетические антиоксиданты, такие как бутилированный гидроксианизол (ВНА) и трет-бутилгидрохинон (ТВНҚ), могут вызывать серьезные побочные эффекты (например, канцерогенез) [21]. Помимо предотвращения порчи продуктов питания за счет подавления активности активных форм кислорода, природные антиоксиданты могут также повышать их питательную ценность в качестве функциональных пищевых ингредиентов [18].

Сосны — однодомные древесные растения, в основном высокие деревья и редко кустарники, с характерными игольчатыми вечнозелеными листьями, встречающиеся в различных наземных средах и климатических зонах обоих полушарий, преимущественно в северном полушарии, а также в субтропических и тропических районах Центральной Америки и Азии [12, 16]. Род *Pinus* является хорошо известным источником антиоксидантов, главным образом фенольных соединений, включая процианидины и другие флавоноиды и фенольные кислоты, уже доступных на рынке в качестве пищевых добавок или фитохимических средств, таких как *Русногенол*, стандартизированный экстракт коры *Pinus maritima*, обладающий замечательным спектром биологической активности и используемый также для лечения хронического воспаления и нарушений кровообращения [6]. За последние 25 лет различные экстракты и препараты сосны продемонстрировали значительную оздоровительную активность, например, защитную активность против алкогольной болезни печени или против воспаления, вызванного липополисахаридом, активность, улучшающую память гиппокампа, и активность для раннего лечения дислипидемии, которая может быть потенциально полезна в пищевой промышленности, производстве функциональных продуктов питания и пищевых добавок [13, 30].

Помимо традиционного использования сосновых семян в пищу человеком в виде съедобных сырых орехов или в приготовленных блюдах благодаря их высокой питательной ценности и привлекательному вкусу, использование сосновых шишек, хвои, коры и масла в качестве продуктов питания или пищевых ингредиентов уже устоялось и принято в ЕС. Сосновая хвоя используется в качестве травяного чая в эстонской народной медицине, а пищевые продукты на основе сосновой

хвои, такие как порошок из сосновой хвои, вино и травяные чаи, стали довольно популярны на корейском рынке продуктов питания. Стоит отметить, что в последние годы использование сосновой хвои в травяных чаях и в качестве ингредиента в различных рецептах блюд вызвало значительный интерес [12, 16, 18, 21].

Хвоя сосны обыкновенной и ели европейской является ценным источником биологически активных веществ (табл. 1.3.1).

Таблица 1.3.1 Содержание биологически активных веществ в хвое

Показатель	Сосна обыкновенная	Ель европейская
Витамин С, мг/100 г	150-250	120-200
Каротиноиды, мг/100 г	10-15	8-12
Флавоноиды, %	2-3	1.5-2.5
Эфирные масла, %	0.5-1.2	0.3-0.8
Дубильные вещества, %	5-8	4-7

Однако традиционное использование хвои в виде отваров имеет недостатки: горечь, смолистый привкус, частичное разрушение термолабильных соединений при длительном кипячении.

1.4. Ферментация растительного сырья

Ферментация — это процесс, при котором под действием собственных ферментов растения (полифенолоксидазы, пероксидазы, каталазы и др.) происходят окислительные превращения фенольных соединений. В результате изменяются цвет, вкус и аромат готового продукта, улучшается его усвояемость [17, 20].

Биохимическая сущность ферментации заключается в следующем:

1. Деструкция клеточных стенок — под действием механического воздействия (скручивание, измельчение) разрушаются вакуоли, ферменты выходят из связанного состояния.
2. Окисление полифенолов — полифенолоксидаза катализирует окисление катехинов с образованием хинонов, которые затем полимеризуются с образованием теафлавинов и теарубигинов (у чая типа «копорский»).
3. Образование ароматических соединений — в результате ферментативных процессов образуются летучие альдегиды, спирты, сложные эфиры, формирующие характерный аромат [19].

Оптимальные условия ферментации для большинства видов растительного сырья:

- температура — 25-35°C (при более низкой температуре процесс замедляется, при высокой — инактивируются ферменты);
- относительная влажность — 85-95% (для предотвращения высыхания сырья);
- продолжительность — от 4 до 12 часов в зависимости от вида сырья [20].

Ферментация хвойного сырья в научной литературе описана недостаточно. Имеются единичные работы по ферментации пихтовой лапки, а также исследования по получению хвойных экстрактов. Однако режимы для сосны и ели, произрастающих в условиях Смоленской области, не разработаны [12].

1.5. Региональные бренды в сфере продуктов питания

Создание региональных брендов является важным инструментом развития территорий. В Российской Федерации успешными примерами являются:

- алтайские травяные сборы — бренд, основанный на уникальных природных условиях Горного Алтая;
 - крымские чаи — чаи из крымских трав и эфиромасличных культур;
 - дагестанские горные чаи — сборы горных трав с добавлением местных ягод [9].
- Экономический эффект от создания регионального бренда выражается в:

- росте добавленной стоимости продукции (в 2-3 раза выше, чем у сырья);
- увеличении туристического потока (до 15-20%);
- создании новых рабочих мест;
- развитии смежных отраслей (сувенирная продукция, гастрономический туризм) [23].

Смоленская область обладает уникальными предпосылками для создания собственного гастрономического бренда:

- богатая сырьевая база (лекарственные травы, ягоды, хвойные леса);
- развитая сельскохозяйственная наука (Смоленская ГСХА);
- высокий туристический потенциал (более 500 000 туристов в год);
- культурно-историческое наследие (Гнездово, Поозерье, Смоленская крепостная стена).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Организация и постановка эксперимента

Экспериментальные исследования проводились в период с сентября 2025 года по март 2026 года на базе научной лаборатории ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия». Общая схема эксперимента представлена на рисунке 2.1.1



Рисунок 2.1.1 Схема эксперимента.

Экспериментальные исследования проводились в 3 этапа:

1 этап (подготовительный, сентябрь-октябрь 2025 г.): анализ научной литературы и патентных источников; подбор и заготовка сырья (; разработка методик проведения эксперимента; подготовка лабораторного оборудования.

2 этап (экспериментальный, ноябрь 2025 г.-январь 2026 г.): проведение ферментации хвои с варьированием режимов; ферментация иван-чая по классической технологии; сушка и подготовка компонентов; купажирование по разработанным рецептурам.

3 этап (аналитический, февраль-март 2026 г.): органолептическая оценка готовых образцов; физико-химические и микробиологические исследования; экономическое обоснование; анализ результатов, формулирование выводов.

Основное и вспомогательное сырье приведено в таблице 2.1.1

Таблица 2.1.1 Основное и вспомогательное сырье

Основное сырье:	
Хвоя сосны обыкновенной (Pinus	Место сбора: Красный бор Смоленской области Время сбора: май-июнь 2025 г. (молодые побеги)

sylvestris)	Характеристика: хвоя светло-зеленого цвета, длина 3-7 см, без признаков поражения болезнями и вредителями
Хвоя ели европейской (Picea abies)	Место сбора: Красный бор Смоленской области Время сбора: май-июнь 2025 г. (молодые побеги) Характеристика: хвоя темно-зеленого цвета, длина 1-2 см, без признаков поражения
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium)	Место выращивания: экспериментальные поля Смоленской ГСХА Время сбора: июль-август 2025 г. (фаза цветения) Характеристика: верхушечные побеги длиной 15-20 см, без механических повреждений
Мята перечная (Mentha piperita)	Место выращивания: экспериментальные поля Смоленской ГСХА Время сбора: июнь-июль 2025 г. Характеристика: листья с черешками, интенсивный аромат
Душица обыкновенная (Origanum vulgare)	Место выращивания: экспериментальные поля Смоленской ГСХА Время сбора: июль-август 2025 г. Характеристика: верхушечные соцветия с листьями
Чабрец (тимьян ползучий) (Thymus serpyllum)	Место выращивания: экспериментальные поля Смоленской ГСХА Время сбора: июнь-июль 2025 г. Характеристика: облиственные побеги
Зверобой продырявленный (Hypericum perforatum)	Место выращивания: экспериментальные поля Смоленской ГСХА Время сбора: июнь-июль 2025 г. Характеристика: верхушечные части побегов
Лист черной смородины (Ribes nigrum)	Место выращивания: экспериментальный плодовый сад Смоленской ГСХА Время сбора: май-июнь 2025 г. Характеристика: молодые листья без признаков поражения
Лист брусники (Vaccinium vitis-idaea)	Место сбора: лесные угодья Смоленской области Время сбора: август-сентябрь 2025 г. Характеристика: цельные листья, без повреждений
Можжевельниковые ягоды (Juniperus communis)	Место сбора: лесные угодья Смоленской области Время сбора: сентябрь-октябрь 2025 г. Характеристика: ягоды темно-фиолетового цвета, сухие
Вспомогательные материалы:	
Вода питьевая (для мойки сырья)	
Бумажные пакеты (для сушки и хранения)	
Стеклянные емкости (для ферментации)	
Крафт-пакеты с zip-локом (для фасовки)	

Сроки заготовки сырья приведены в приложении А.

2.2. Оборудование и приборы

Ферментацию хвои проводили с использованием следующего оборудования:

- Термостат сушильный электрический ТС-80 (ООО «Мединвест», Россия) — для поддержания заданной температуры в диапазоне 20–100°C с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$.
- Эксикатор лабораторный Э-250 (ООО «Химлабо», Россия) — для создания контролируемой влажности. На дно эксикатора наливали дистиллированную воду, создавая относительную влажность 85–95%.

- Психрометр аспирационный М-34М — для контроля относительной влажности воздуха.
- Термометр лабораторный ТЛ-4 — для контроля температуры.
- Весы лабораторные электронные ВЛТЭ-210 (точность взвешивания 0,01 г) — для дозирования компонентов.

Схема установки для ферментации:

Измельченную хвою помещали в открытые стеклянные чашки Петри, которые устанавливали на фарфоровую вставку внутри эксикатора. На дно эксикатора наливали дистиллированную воду. Эксикатор герметично закрывали и помещали в термостат, где поддерживали температуру 32°C. Каждые 2 часа проводили кратковременное открытие эксикатора и перемешивание сырья стерильной стеклянной палочкой для равномерности процесса.

2.3. Методы исследований

Органолептическую оценку проводили по 5-балльной шкале с участием дегустационной комиссии из 10 человек (студенты и преподаватели Смоленской ГСХА, прошедшие предварительный инструктаж). оцениваемые показатели приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.3.1 Оцениваемые показатели

Показатель	Критерии оценки
Внешний вид (0-1 балл)	1 – смесь однородная, без посторонних примесей; 0 – наличие примесей
Цвет настоя (0-1 балл)	1 – характерный для данного вида сырья; 0 – нехарактерный
Аромат (0-1.5 балла)	1.5 – яркий, гармоничный; 1 – слабый; 0 – посторонний
Вкус (0-1.5 балла)	1.5 – насыщенный, без посторонних привкусов; 1 – слабовыраженный; 0 – с горечью
Послевкусие (0-1 балл)	1 – приятное, длительное; 0 – отсутствует или неприятное

Общая оценка рассчитывалась как сумма баллов по всем показателям (максимум 5 баллов).

Содержание витамина С определяли методом титрования раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола (метод Тильманса). Ход определения: 5 г измельченного сырья заливали 50 мл 2% раствора щавелевой кислоты, настаивали 10 минут, фильтровали. 5 мл фильтрата титровали 0,001 н раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 секунд. Содержание витамина С рассчитывали по формуле:

$$X = (V \times 0,088 \times 100 \times 50) / (5 \times m),$$

где X — содержание витамина С, мг/100 г; V — объем краски, пошедший на титрование, мл; m — навеска сырья, г.

Влажность определяли путем высушивания навески массой 5 г в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянной массы.

Массовую долю экстрактивных веществ определяли гравиметрическим методом. Навеску сырья массой 5 г заливали 100 мл кипящей воды, настаивали 15 минут, фильтровали. Фильтрат упаривали до сухого остатка, высушивали при 105°C до постоянной массы [4-6].

Микробиологические исследования проводили в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Определяли следующие показатели: КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов) — посевом на мясо-пептонный агар; БГКП (бактерии группы кишечных палочек) — посевом на среду Кесслера; плесени и дрожжи — посевом на среду Сабуро.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel. Вычисляли среднее арифметическое (\bar{X}), стандартное отклонение (σ), ошибку среднего ($S\bar{X}$). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$.

Методика ферментации иван-чая: иван-чай собирали в фазу цветения (июль - август). Проводили завяливание при 20-24°C в течение 8-12 часов, скручивание до выделения сока, ферментацию при 25-28°C в течение 8-12 часов, сушку при 60-80°C до влажности 7-9%.

Купажирование проводили путем смешивания компонентов в заданных пропорциях в лабораторном смесителе в течение 20 минут.

Разработанные рецептуры приведены в приложении Б.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Технологическая схема производства

Разработанная технология производства травяного чая с ферментированным хвойным компонентом включает следующие этапы (рис. 3.1.1).

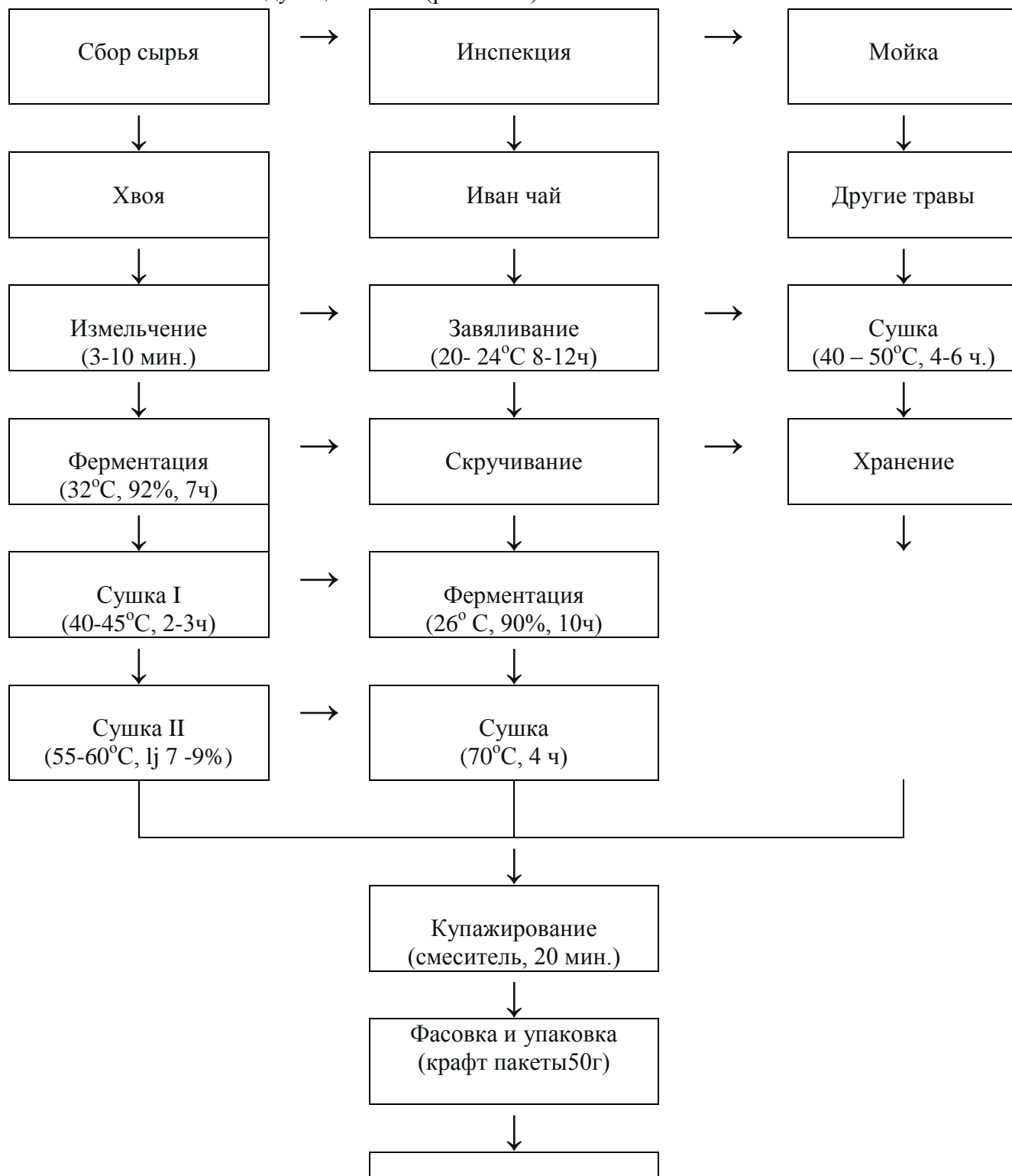


Рисунок 3.1.1 Технологическая схема производства травяного чая

Проведен анализ существующих технологий производства травяных чаев и использования хвойного сырья.

Для определения оптимальных режимов ферментации хвои были проведены серии экспериментов с варьированием температуры, влажности и продолжительности процесса, результаты которых приведены в табл.3.1.1.

Таблица 3.1.1 Влияние режимов ферментации на качество хвои

Режим	Температура, °С	Влажность, %	Время, ч	Витамин С, мг/100 г	Сохранность, %	Органолепт. оценка, балл
Контроль (исходная)	-	-	-	250 ± 8	100	2.8
1	25	80	4	185 ± 6	74	3.2
2	30	90	6	210 ± 7	84	4.5
3	32	92	7	208 ± 7	83	4.8
4	35	95	8	195 ± 6	78	4.6
5	40	95	10	165 ± 5	66	3.8
6	45	95	12	128 ± 4	51	2.5

Оптимальным признан режим №3: температура 32°C, относительная влажность 92%, продолжительность 7 часов. При этом сохранность витамина С составляет 83% (208 мг/100 г); органолептическая оценка достигает 4.8 балла; продукт приобретает мягкий вкус без излишней горечи. Установлено, что ферментация хвои позволяет улучшить органолептические характеристики продукта и сохранить биологически активные вещества.

Ферментацию иван-чая проводили по классической технологии, адаптированной к условиям Смоленской области (табл. 3.1.2).

Таблица 3.1.2 Технологические параметры ферментации иван-чая

Этап	Параметры	Длительность	Контролируемые показатели
Сбор	Фаза цветения	Июль-август	Верхушки 15-20 см
Завяливание	20-24°C, тень	8-12 ч	Потеря влаги 30-40%
Скручивание	Ручное/механическое	До выделения сока	Изменение цвета
Ферментация	25-28°C, 90%	8-12 ч	Появление фруктового аромата
Сушка	60-80°C	3-4 ч	Влажность 7-9%

Ферментированный иван-чай имеет характерный темно-коричневый цвет, насыщенный фруктово-травяной аромат и мягкий вкус без терпкости.

На основе проведенных исследований разработаны 5 рецептов купажей травяных чаев с использованием ферментированной хвои: «Смоленские зори», «Лесной аромат», «Гнездовский

курган», «Днепровская ширь», «Смоленская кладовая». Каждый купаж имеет уникальный состав и привязан к культурно-историческим локациям Смоленской области. (приложение Б, В, Г, Д, Е).

Технологические карты производства чая приведены в приложениях К – О.

3.2. Исследование качества и безопасности продукта

Органолептическая оценка разработанных купажей проведенная на основе протоколов дегустаций (приложения Ж-И) представлена в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Органолептическая оценка купажей (среднее по 10 экспертам)

Показатель	«Смоленские зори»	«Лесной аромат»	«Гнездовский курган»	«Днепровская ширь»	«Смоленская кладовая»
Внешний вид	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Цвет настоя	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0
Аромат	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4
Вкус	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4
Послевкусие	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Общий балл	4.9	4.6	4.7	5.0	4.8

Проведена органолептическая оценка разработанных купажей с участием дегустационной комиссии из 10 человек. Все образцы получили оценки не ниже 4.6 баллов. Наивысшую оценку (5.0 баллов) получил купаж «Днепровская ширь» благодаря мягкому вкусу с медовыми нотами липы и освежающему послевусию мелиссы. Физико-химические показатели разработанных купажей приведены в таблице 3.2.2

Таблица 3.2.2-Физико-химические показатели разработанных купажей

Показатель	«Смоленские зори»	«Лесной аромат»	«Гнездовский курган»	«Днепровская ширь»	«Смоленская кладовая»	Норма по ТР ТС
Влажность, %	7.4 ± 0.3	7.6 ± 0.3	7.5 ± 0.3	7.3 ± 0.3	7.5 ± 0.3	не более 10
Экстрактивные вещества, %	33.2 ± 1.2	31.8 ± 1.1	32.5 ± 1.2	34.1 ± 1.3	32.9 ± 1.2	не менее 25
Витамин С, мг/100 г	46 ± 3	52 ± 3	44 ± 3	42 ± 3	58 ± 4	не нормируется
рН водной вытяжки	5.2 ± 0.2	5.0 ± 0.2	5.1 ± 0.2	5.3 ± 0.2	4.9 ± 0.2	4.5-6.5

Физико-химические показатели готового продукта соответствуют требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011 [19]: влажность 7.3-7.6%, экстрактивные вещества 31.8-34.1%, витамин С 42-58 мг/100 г. Наибольшее содержание витамина С (58 мг/100 г) отмечено в купаже «Смоленская кладовая» за счет добавления шиповника и ягод брусники.

Результаты микробиологических исследований представлены в таблице 3.2.3.

Таблица 3.2.3– Микробиологические показатели готового продукта

Показатель	Фактическое значение	Норма по ТР ТС 021/2011
КМАФАнМ, КОЕ/г	1.2 × 10 ³	не более 5 × 10 ⁴
БГКП (колиформы)	не обнаружены	не допускаются
Плесени, КОЕ/г	5 × 10 ¹	не более 1 × 10 ²
Дрожжи, КОЕ/г	не обнаружены	не более 1 × 10 ²
Патогенные микроорганизмы	не обнаружены	не допускаются

Микробиологические показатели готового продукта находятся в пределах допустимых норм: КМАФАнМ — 1.2×10³ КОЕ/г, БГКП и патогенные микроорганизмы не обнаружены. Все

исследованные образцы соответствуют требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

Протоколы дегустационной оценки приведены в приложении Ж-И. Сводный протокол дегустационной оценки приведен в таблице 3.2.4. Оценку проводила дегустационная комиссия из 10 человек (студенты, преподаватели)

Таблица 3.2.4 – Сводный протокол дегустационной оценки (баллы)

Эксперт	«Смоленские зори»	«Лесной аромат»	«Гнездовский курган»	«Днепровская ширь»	«Смоленская кладовая»
Среднее	4.93	4.59	4.72	4.97	4.80

Все представленные образцы травяных чаев соответствуют требованиям, предъявляемым к продуктам данного типа. Наивысшую оценку (4.97 балла) получил купаж «Днепровская ширь», характеризующийся нежным медово-лимонным ароматом и мягким успокаивающим вкусом. Купаж «Смоленские зори» (4.93 балла) отличается приятным мятно-хвойным ароматом и золотистым цветом настоя. Купаж «Смоленская кладовая» (4.80 балла) обладает высокой витаминной ценностью за счет добавления шиповника и ягод. Купажи «Гнездовский курган» (4.72 балла) и «Лесной аромат» (4.59 балла) имеют более насыщенный пряный вкус и рекомендуются для любителей терпких чаев. Рекомендация: Все образцы рекомендуются к производству и реализации как линейка регионального бренда «Смоленский травник».

4.. Экономическое обоснование эффективности

Расчет себестоимости производства 1 кг травяного чая (усредненный по всем купажам) представлен в таб.4.1.

Таблица 4.1 – Калькуляция себестоимости производства 1 кг травяного чая

Статья затрат	Единица измерения	Цена за ед., руб.	Расход	Сумма, руб.
Сырье и материалы				
Иван-чай ферментированный	кг	500	0.50	250
Хвоя ферментированная	кг	300	0.15	45
Мята/душица/чабрец (усредненно)	кг	400	0.25	100
Дополнительные компоненты	кг	350	0.10	35
Итого сырье				430
Упаковка				
Крафт-пакет 50 г	шт	12	20	240
Этикетка (дизайн, печать)	шт	3	20	60
Итого упаковка				300
Энергозатраты				
Электроэнергия	кВт·ч	6	25	150
Вода	м ³	30	1	30
Итого энерго				180
Заработная плата				
Оператор (с начислениями)	час	150	8	1200
Технолог (с начислениями)	час	200	4	800
Итого ФОТ				2000
Накладные расходы (20%)				780

ИТОГО себестоимость 1 кг				3690
---------------------------------	--	--	--	-------------

Себестоимость 1 упаковки (50 г): 184.5 руб. Расчет экономической эффективности приведен в табл. 4.2.

Таблица 4.2 Расчет экономической эффективности

Показатель	Значение
Себестоимость 1 упаковки (50 г)	185 руб.
Рекомендуемая розничная цена	350 руб.
Торговая наценка (для сувенирных магазинов)	50 руб.
Цена для оптового покупателя	300 руб.
Прибыль с 1 упаковки (при оптовой продаже)	115 руб.
Рентабельность	62%

Экономическое обоснование показало, что себестоимость производства 1 упаковки (50 г) составляет 185 руб., рекомендуемая розничная цена — 350 руб., рентабельность — 62%. При реалистичном прогнозе продаж (2000 упаковок в год) годовая прибыль составит 230 000 руб.

Таблица 4.3 Прогноз продаж на первый год

Показатель	Оптимистичный	Реалистичный	Пессимистичный
Объем продаж, упаковок	5000	2000	800
Выручка, руб.	1 500 000	600 000	240 000
Себестоимость, руб.	925 000	370 000	148 000
Прибыль, руб.	575 000	230 000	92 000

При реализации проекта с использованием грантовой поддержки (1 000 000 руб.) и реалистичном прогнозе продаж срок окупаемости инвестиций составит 4,3 года (с учетом гранта 1 000 тыс. рублей и ежегодной прибыли в 230 тыс. руб.)

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ существующих технологий производства травяных чаев и использования хвойного сырья. Установлено, что ферментация хвои позволяет улучшить органолептические характеристики продукта и сохранить биологически активные вещества.

2. Разработаны и апробированы режимы ферментации хвои сосны и ели. Оптимальные параметры: температура 32°C, относительная влажность 92%, продолжительность 7 часов. При данных режимах сохранность витамина С составляет 83% (208 мг/100 г), органолептическая оценка — 4.8 балла.

3. Созданы 5 рецептов травяных чаев с использованием ферментированной хвои: «Смоленские зори», «Лесной аромат», «Гнездовский курган», «Днепровская ширь», «Смоленская кладовая». Каждый купаж имеет уникальный состав и привязан к культурно-историческим локациям Смоленской области.

4. Проведена органолептическая оценка разработанных купажей с участием дегустационной комиссии из 10 человек. Наивысшую оценку (5.0 баллов) получил купаж «Днепровская ширь». Все образцы получили оценки не ниже 4.6 баллов.

5. Физико-химические показатели готового продукта соответствуют требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011: влажность 7.3-7.6%, экстрактивные вещества 31.8-34.1%, витамин С 42-58 мг/100 г.

6. Микробиологические показатели готового продукта находятся в пределах допустимых норм: КМАФАнМ — 1.2×10^3 КОЕ/г, БГКП и патогенные микроорганизмы не обнаружены.

7. Экономическое обоснование показало, что себестоимость производства 1 упаковки (50 г) составляет 185 руб., рекомендуемая розничная цена — 350 руб., рентабельность — 62%. При реалистичном прогнозе продаж (2000 упаковок в год) годовая прибыль составит 230 000 руб.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендовать к внедрению на предприятиях перерабатывающей промышленности Смоленской области разработанную технологию ферментации хвои для производства травяных чаев.

2. Использовать разработанные рецептуры как основу для создания регионального гастрономического бренда «Смоленский травник».

3. Организовать производство на базе Смоленской ГСХА с привлечением студентов для получения практических навыков и коммерциализации разработки.

4. Разработать и зарегистрировать товарный знак «Смоленский травник» для защиты интеллектуальной собственности.

5. Подать заявку на патент на способ ферментации хвои как уникальное техническое решение.

6. Создать туристический продукт «Чайная тропа Смоленщины» с посещением мест сбора трав, дегустацией и мастер-классами по завариванию чая.

7. Развивать линейку продукции за счет введения сезонных купажей, подарочных наборов и коллабораций с местными производителями (мед, варенье).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белокурова Е. С. Биотехнология продуктов растительного происхождения: учебное пособие / Е. С. Белокурова, О. Б. Иванченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 232 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/206516> (дата обращения: 14.02.2026).

2. Влияние срока сбора на технологические свойства иван-чая / Д. А. Берестнева, Т. В. Прокудина, С. А. Масловский, Н. А. Пискунова // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2017. – № 10. – С. 7-11.

3. Выставкина Д. Ю. Обзор травяного чая как функционального продукта: классификация, активные соединения, биологическая активность / Д. Ю. Выставкина, О. С. Восканян // Пищевая инженерия, экспертиза и безопасность продукции АПК: инновационные решения и перспективы развития: Сборник научных трудов конференции. – Москва: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА им. К.И. Скрябина, 2024. – С. 141-143.

4. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла.

5. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.

6. ГОСТ 32593-2013. Чай травяной. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

7. Евстафьева К. С. Классификация травяного чая и влияние его на организм / К. С. Евстафьева // Научные труды студентов Ижевской ГСХА / ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». Том 2 (11). – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 1288-1292.

8. Зимовая М. А. Фиточай: понятие и классификация / М. А. Зимовая // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси : Сборник научных трудов. В 2-х частях, Горки, 30–31 мая 2022 года / Редколлегия: И.В. Шафранская (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 106-112.
9. Литвяк В. В. Особенности приготовления чайного напитка : учебное пособие для вузов / В. В. Литвяк, Г. В. Алексеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 504 с. — ISBN 978-5-507-52462-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/482852> (дата обращения: 14.02.2026).
10. Патент № 2407350 С1 Российская Федерация, МПК А23F 3/00. Травяной чай и способ его производства : № 2009135327/10 : заявл. 22.09.2009 : опубл. 27.12.2010 / Т. Г. Шаповаленко, А. Ю. Раков ; заявитель ГНУ "Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства" Россельхозакадемии.
11. Патент № 2694616 С1 Российская Федерация, МПК А23F 3/08, А23F 3/34. Способ ферментации иван-чая : № 2018111155 : заявл. 28.03.2018 : опубл. 16.07.2019 / Е. Л. Постнов, И. В. Бушуев, Д. М. Олин.
12. Плеханова Л. В. Органолептические показатели медово-хвойного напитка на основе хвойного экстракта / Л. В. Плеханова, Е. Н. Целлер // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК : Материалы III Международной научной конференции, Красноярск, 11 декабря 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 104-106.
13. Постнов Е. Л. Микробиологические исследования биотехнологического процесса при приготовлении чая из кипрея узколистного в ферментационной камере / Е. Л. Постнов, И. В. Бушуев, А. А. Панкратова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 59. – С. 159-167. – DOI 10.24411/2078-1318-2020-12159.
14. Прокопенко И. А. Технология обработки, хранения и производства продуктов питания из сырья растительного происхождения : учебно-методическое пособие / И. А. Прокопенко. — Севастополь : СевГУ, 2023. — 191 с. — ISBN 978-5-6049083-6-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/417317> (дата обращения: 14.02.2026).
15. Ражина Е. В. Особенности классификации и ферментации разных видов чая / Е. В. Ражина // Аграрная наука - 2022 : материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 584-587.
16. Родригес Валерон Н. (2021) «Виды семейства Сосновых: ель, сосна и пихта как новая кулинарная трава и специя», IntechOpen eBooks. IntechOpen. doi: 10.5772/INTECHOPEN.99280.
17. Романова Р. А. Предпосылки развития производства сырья для ферментированного чая / Р. А. Романова // Студенческая наука и XXI век. – 2023. – Т. 20, № 1-1(23). – С. 146-148.
18. Смольникова Я. В. Перспективы использования древесной зелени хвойных пород в безалкогольных напитках на основе Rubussaxatilis / Я. В. Смольникова, Н. А. Величко, Е. А. Рыгалова // Научный и инновационный потенциал развития производства, переработки и применения эфиромасличных и лекарственных растений. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 88-95.
19. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

20. Ферментация чая /А. В. Никитина, С. Н. Смирнова, Е. Г. Зиновьева, Е. И. Заживихина // Теоретические и прикладные аспекты естественнонаучного образования: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2023. – С. 349-352.
21. Хвойный кофе - бодрость, витамины и сила природы // Поликлиника. – 2024. – № 4-3. – С. 68.
22. Aaqil M, Peng C, Kamal A, Nawaz T, Zhang F, Gong J. Tea Harvesting and Processing Techniques and Its Effect on Phytochemical Profile and Final Quality of Black Tea: A Review. *Foods*. 2023 Dec 13;12(24):4467. doi: 10.3390/foods12244467. PMID: 38137271; PMCID: PMC10743253.
23. Czarniecka-Skubina E, Korzeniowska-Ginter R, Pielak M, Sałek P, Owczarek T, Kozak A. Consumer Choices and Habits Related to Tea Consumption by Poles. *Foods*. 2022 Sep 16;11(18):2873. doi: 10.3390/foods11182873. PMID: 36141004; PMCID: PMC9498334.
24. da Silva, J. K. , Batista, Â. G. , Cazarin, C. B. B. , Dionísio, A. P. , de Brito, E. S., Marques, A. T. B. , & Maróstica Junior, M. R. (2017). Functional tea from a Brazilian berry: Overview of the bioactives compounds. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 292–298. 10.1016/j.lwt.2016.06.016
25. Dini, I. (2019). An overview of functional beverages. In Grumezescu A. M. & Holban A. M. (Eds.), *Functional and medicinal beverages* (pp. 1–40). Academic Press.
26. Hayat K, Iqbal H, Malik U, Bilal U, Mushtaq S. Tea and its consumption: benefits and risks. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2015;55(7):939-54. doi: 10.1080/10408398.2012.678949. PMID: 24915350.
27. Hicks A. Current status and future development of global tea production and tea products // *Au Jt.* – 2009. – Т. 12. – №. 4. – С. 251-264.
28. Killedar, S. G. , & Pawar, A. V. (2017). Preparation of herbal tea from mulberry leaves. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5, 325–328
29. Long X, Ranjitkar S, Waldstein A, Wu H, Li Q, Geng Y. Preliminary exploration of herbal tea products based on traditional knowledge and hypotheses concerning herbal tea selection: a case study in Southwest Guizhou, China. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2024 Jan 2;20(1):1. doi: 10.1186/s13002-023-00645-w. PMID: 38169414; PMCID: PMC10763305.
30. Park, G., Paudyal, D.P., Hwang, I. et al. Production of fermented needle extracts from red pine and their functional characterization. *Biotechnol Bioproc E* 13, 256–261 (2008). <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0006-7>
31. Perera, D. , Białkowski, J. , & Bohl, M. T. (2020). Does the tea market require a futures contract? Evidence from the Sri Lankan tea market. *Research in International Business and Finance*, 54, S0275531920300714.
32. Sivasubramaniam, S. (2022). Tea. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/tea-beverage>
33. Spence C. Multisensory Flavour Perception: Blending, Mixing, Fusion, and Pairing Within and Between the Senses. *Foods*. 2020 Apr 1;9(4):407. doi: 10.3390/foods9040407. PMID: 32244690; PMCID: PMC7230593.
34. Sridhar, K. , & Charles, A. L. (2019). Development of functional herbal teas: An integrated valorization towards functional beverages. 1–8.
35. Wojtyniak K, Szymański M, Matławska I. *Leonurus cardiaca* L. (motherwort): a review of its phytochemistry and pharmacology. *Phyther Res*. 2013 Aug;27(8):1115-20. doi: 10.1002/ptr.4850. Epub 2012 Oct 8. PMID: 23042598. 120
36. Yong-mei, X. U. , Fang-bin, Q. , & Ji-kun, H. (2022). Black tea markets worldwide: Are they integrated? *Journal of Integrative Agriculture*, 21(2), 552–565. 10.1016/S2095-3119(21)63850-9

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Сроки заготовки сырья

Вид сырья	Оптимальный срок сбора	Признаки готовности
Хвоя сосны	май-июнь	молодые побеги светло-зеленого цвета
Хвоя ели	май-июнь	молодые побеги, мягкие на ощупь
Иван-чай	июль-август	фаза цветения, верхушки 15-20 см
Мята	июнь-июль	начало цветения
Душица	июль-август	фаза цветения
Чабрец	июнь-июль	фаза цветения
Зверобой	июнь-июль	фаза цветения
Лист смородины	май-июнь	молодые листья
Лист брусники	август-сентябрь	листья темно-зеленые
Можжевельник	сентябрь-октябрь	ягоды темно-фиолетовые

Технологическая карта купажа «Смоленские зори»

Компонент	Масса, %	Масса на 100 г, г	Технологические требования
Иван-чай ферментированный	60	60	Влажность 7-9%, без посторонних примесей
Мята перечная сушеная	15	15	Влажность 8-10%, цвет зеленый
Душица сушеная	10	10	Влажность 8-10%, интенсивный аромат
Хвоя сосны ферментированная	10	10	Влажность 7-9%, светло-зеленый цвет
Лист смородины сушеный	5	5	Влажность 8-10%, цельные листья
Итого	100	100	

Технологическая карта купажа «Лесной аромат»

Компонент	Масса, %	Масса на 100 г, г	Технологические требования
Иван-чай ферментированный	40	40	Влажность 7-9%, без посторонних примесей
Хвоя еловая ферментированная	25	25	Влажность 7-9%, темно- зеленый цвет
Чабрец сушеный	15	15	Влажность 8-10%, интенсивный аромат
Зверобой сушеный	10	10	Влажность 8-10%, без стеблей
Лист брусники сушеный	10	10	Влажность 8-10%, без повреждений
Итого	100	100	

Технологическая карта купажа «Гнездовский курган»

Компонент	Масса, %	Масса на 100 г, г	Технологические требования
Иван-чай ферментированный	50	50	Влажность 7-9%, без посторонних примесей
Чабрец сушеный	20	20	Влажность 8-10%, интенсивный аромат
Душица сушеная	15	15	Влажность 8-10%, без стеблей
Хвоя еловая ферментированная	10	10	Влажность 7-9%, равномерный помол
Можжевеловые ягоды дробленые	5	5	Влажность 8-10%, без посторонних примесей
Итого	100	100	

Технологическая карта купажа «Днепровская ширь»

Компонент	Масса, %	Масса на 100 г, г	Технологические требования
Иван-чай ферментированный	50	50	Влажность 7-9%, без посторонних примесей
Мелисса сушеная	20	20	Влажность 8-10%, лимонный аромат
Лист малины сушеный	15	15	Влажность 8-10%, цельные листья
Хвоя сосны ферментированная	10	10	Влажность 7-9%, светло- зеленый цвет
Цветки липы сушеные	5	5	Влажность 8-10%, медовый аромат
Итого	100	100	

Таблица 3.7 – Технологическая карта купажа «Смоленская кладовая»

Компонент	Масса, %	Масса на 100 г, г	Технологические требования
Иван-чай ферментированный	40	40	Влажность 7-9%, без посторонних примесей
Шиповник дробленый	20	20	Влажность 8-10%, без семян
Лист земляники сушеный	15	15	Влажность 8-10%, цельные листья
Хвоя еловая ферментированная	10	10	Влажность 7-9%, равномерный помол
Лист смородины сушеный	10	10	Влажность 8-10%, цельные листья
Ягоды сушеные (клюква/брусника)	5	5	Влажность 8-10%, без примесей
Итого	100	100	

ПРОТОКОЛ ДЕГУСТАЦИИ №1

от «15» марта 2026 г.

Продукт: Травяной чай «Смоленские зори»**Состав:** иван-чай ферментированный, мята, душица, хвоя сосны ферментированная, лист смородины**Дегустационная комиссия:** 10 человек

Результаты оценки:

Эксперт	Внешний вид (1)	Цвет (1)	Аромат (1.5)	Вкус (1.5)	Послевкусие (1)	Сумма
1	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	5.0
2	1.0	1.0	1.5	1.4	1.0	4.9
3	1.0	1.0	1.5	1.4	1.0	4.9
4	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	5.0
5	1.0	1.0	1.4	1.4	1.0	4.8
6	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	5.0
7	1.0	1.0	1.5	1.4	1.0	4.9
8	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	5.0
9	1.0	1.0	1.4	1.4	1.0	4.8
10	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	5.0

Средний балл: 4.9

Комментарии экспертов:

- «Приятный мятно-хвойный аромат»
- «Мягкий вкус без горечи»
- «Красивый золотистый цвет настоя»

ПРОТОКОЛ ДЕГУСТАЦИИ №2

от «15» марта 2026 г.

Продукт: Травяной чай «Лесной аромат»

Состав: иван-чай, хвоя еловая ферментированная, чабрец, зверобой, лист брусники

Результаты оценки:

Эксперт	Внешний вид	Цвет	Аромат	Вкус	Послевкусие	Сумма
Среднее по 10 экспертам	1.0	0.9	1.4	1.3	1.0	4.6

Комментарии экспертов:

- «Насыщенный хвойный аромат, напоминает лес»
- «Вкус с легкой горчинкой, для любителей»
- «Хорошо сочетается с медом»

ПРОТОКОЛ ДЕГУСТАЦИИ №3

от «15» марта 2026 г.

Продукт: Травяной чай «Гнездовский курган»

Состав: иван-чай, чабрец, душица, хвоя еловая ферментированная, можжевельниковые ягоды

Результаты оценки:

Эксперт	Внешний вид	Цвет	Аромат	Вкус	Послевкусие	Сумма
Среднее по 10 экспертам	1.0	0.9	1.4	1.4	1.0	4.7

Комментарии экспертов:

- «Оригинальный пряный аромат с можжевельником»
- «Долгое послевкусие»
- «Отличный вариант для вечернего чаепития»

ПРОТОКОЛ ДЕГУСТАЦИИ №4

от «15» марта 2026 г.

Продукт: Травяной чай «Днепровская ширь»

Состав: иван-чай, мелисса, лист малины, хвоя сосны ферментированная, цветки липы

Результаты оценки:

Эксперт	Внешний вид	Цвет	Аромат	Вкус	Послевкусие	Сумма
Среднее по 10 экспертам	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	5.0

Комментарии экспертов:

- «Нежный медово-лимонный аромат»
- «Очень мягкий, успокаивающий вкус»
- «Лучший из всех образцов»

ПРОТОКОЛ ДЕГУСТАЦИИ №5

от «15» марта 2026 г.

Продукт: Травяной чай «Смоленская кладовая».

Состав: иван-чай, шиповник, лист земляники, хвоя еловая ферментированная, лист смородины, ягоды сушеные

Результаты оценки:

Эксперт	Внешний вид	Цвет	Аромат	Вкус	Послевкусие	Сумма
Среднее по 10 экспертам	1.0	1.0	1.4	1.4	1.0	4.8

Комментарии экспертов:

- «Яркий ягодный аромат»
- «Кислинка шиповника освежает»
- «Много витаминов, отличный для зимы»

Технологическая карта производства чая «Смоленские зори»

№ п/п	Наименование операции	Оборудование	Параметры	Контроль
1	Приемка сырья	Весы, столы	Визуальный осмотр	Соответствие требованиям
2	Подготовка хвои	Измельчитель	Размер частиц 3-10 мм	Равномерность помола
3	Ферментация хвои	Ферментер	T=32°C, W=92%, τ=7 ч	Температура, влажность
4	Сушка хвои (I этап)	Сушилка	T=40-45°C, τ=2-3 ч	Влажность промежуточная
5	Сушка хвои (II этап)	Сушилка	T=55-60°C, до влажности 7-9%	Влажность конечная
6	Подготовка иван-чая	Стол	Завяливание 20-24°C, 8-12 ч	Потеря влаги 30-40%
7	Скручивание иван-чая	Скручиватель	До выделения сока	Визуально
8	Ферментация иван-чая	Ферментер	T=26°C, W=90%, τ=10 ч	Появление аромата
9	Сушка иван-чая	Сушилка	T=60-80°C, τ=3-4 ч	Влажность 7-9%
10	Подготовка мяты, душицы, смородины	Стол	Сушка 40-50°C	Влажность 8-10%
11	Дозирование компонентов	Весы	Иван-чай 60%, хвоя 10%, мята 15%, душица 10%, смородина 5%	Точность ±1%
12	Купажирование	Смеситель	τ=20 мин	Равномерность смеси

№ п/п	Наименование операции	Оборудование	Параметры	Контроль
13	Фасовка	Фасовочная машина	50 г/упаковка	Масса нетто
14	Упаковка	Упаковочная машина	Крафт-пакет с зип-локом	Герметичность
15	Маркировка	Этикетировщик	Наименование, состав, дата, срок	Читаемость
16	Хранение	Склад	T=15-20°C, W<70%	Условия хранения

Технологическая карта производства чая «Лесной аромат»

№ п/п	Наименование операции	Параметры	Контроль
1-10	Подготовка компонентов (аналогично Приложению А)		
11	Дозирование	Иван-чай 40%, хвоя еловая 25%, чабрец 15%, зверобой 10%, лист брусники 10%	Точность ±1%
12-16	Купажирование, фасовка, упаковка, хранение	$\tau=20$ мин, фасовка 50 г	Равномерность, герметичность

Особые требования:

- Хвоя еловая должна быть светло-зеленого цвета, без признаков побурения
- Чабрец — интенсивный аромат, без примеси стеблей
- Лист брусники — цельный, без повреждений

Технологическая карта производства чая «Гнездовский курган»

№ п/п	Наименование операции	Параметры	Контроль
1-10	Подготовка компонентов (аналогично Приложению А)		
11	Дозирование	Иван-чай 50%, чабрец 20%, душица 15%, хвоя еловая 10%, можжевеловые ягоды 5%	Точность ±1%
12-16	Купажирование, фасовка, упаковка, хранение	$\tau=20$ мин, фасовка 50 г	Равномерность, герметичность

Особые требования:

- Можжевеловые ягоды дробленые, без косточек
- Чабрец и душица — собранные в фазу цветения
- Хвоя еловая — ферментированная по режиму 32°C, 7 ч

Технологическая карта производства чая «Днепровская ширь»

№ п/п	Наименование операции	Параметры	Контроль
1-10	Подготовка компонентов (аналогично Приложению А)		
11	Дозирование	Иван-чай 50%, мелисса 20%, лист малины 15%, хвоя сосны 10%, цветки липы 5%	Точность $\pm 1\%$
12-16	Купажирование, фасовка, упаковка, хранение	$\tau=20$ мин, фасовка 50 г	Равномерность, герметичность

Особые требования:

- Мелисса — собранная в фазу цветения, лимонный аромат
- Цветки липы — цельные, без примеси листьев
- Лист малины — молодые листья, светло-зеленые

Технологическая карта производства чая «Смоленская кладовая»

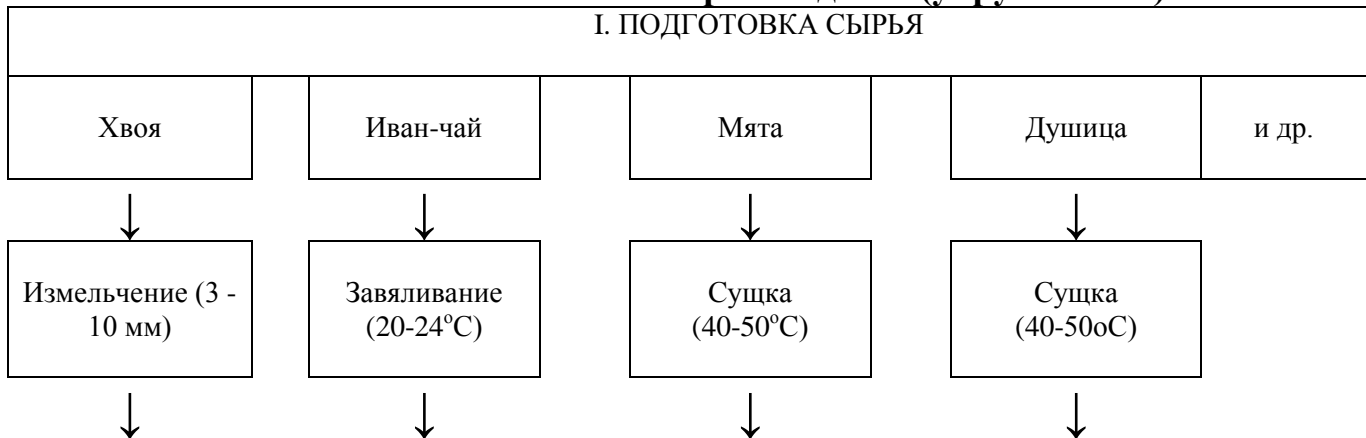
№ п/п	Наименование операции	Параметры	Контроль
1-10	Подготовка компонентов (аналогично Приложению А)		
11	Дозирование	Иван-чай 40%, шиповник 20%, лист земляники 15%, хвоя еловая 10%, лист смородины 10%, ягоды сушеные 5%	Точность ±1%
12-16	Купажирование, фасовка, упаковка, хранение	$\tau=20$ мин, фасовка 50 г	Равномерность, герметичность

Особые требования:

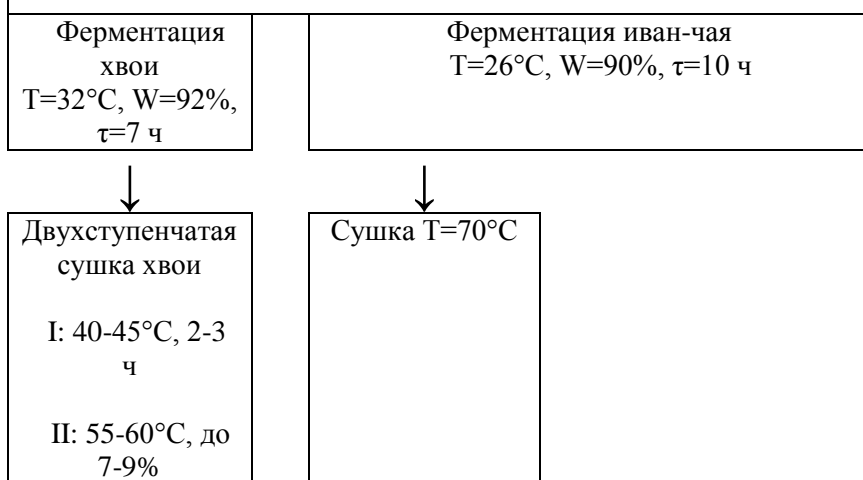
- Шиповник дробленый, без семян
- Ягоды сушеные (клюква/брусника) — без примесей
- Лист земляники — собранный в фазу цветения

Технологическая схема производства (укрупненная)

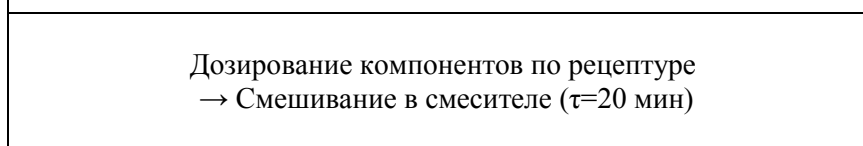
I. ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ



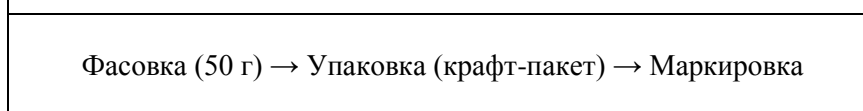
II ФЕРМЕНТАЦИЯ



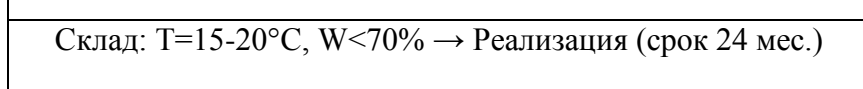
III КУПАЖИРОВАНИЕ



IV. ФАСОВКА И УПАКОВКА



V. ХРАНЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ





Смоленский филиал Федерального государственного образовательного бюджетного учреждения
высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

XXVI областная научно-практическая конференция студентов и обучающихся «Шаг в науку»
Секция «Экономическое направление»

**«Перспективы развития туризма как отрасли экономики непроизводственной
сферы на территории Смоленской области»**

Воробьева Виктория Александровна
Студентка 1 курса, группа СМЛС25-1Б-КФии01

Смоленск
2026

ВВЕДЕНИЕ

Туристская политика Российской Федерации строится на основе соблюдения общепризнанных принципов и норм международного права и обязательств, вытекающих из международных договоров Российской Федерации.

Туризм относится к непроемственной сфере, потому что производство товаров не является основной задачей отрасли. В рамках туризма создаются услуги и нематериальные ценности: сервис, организационные решения, культурный обмен, впечатления, знания и люди.

Принцип государственного регулирования туристской деятельности заключается в том, что государство, признавая туристскую деятельность одной из приоритетных отраслей экономики России, содействует развитию туристской деятельности и создает благоприятные условия для ее функционирования, определяет и поддерживает приоритетные направления, формирует образ России как страны, благоприятной для туризма, и рекламирует его на международном уровне, а также осуществляет поддержку и защиту российских туристов, туроператоров и турагентов.

В соответствии со ст. 4 ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации», основными целями государственного регулирования туристской деятельности являются [5]:

1. Обеспечение права граждан на отдых, свободу передвижения и иных прав при совершении путешествий;
2. Охрана окружающей среды;
3. Создание условий для деятельности, направленной на воспитание, образование и оздоровление туристов;
4. Развитие туристской индустрии, обеспечивающей потребности граждан при совершении путешествий, создание новых рабочих мест, увеличение доходов государства и граждан Российской Федерации, развитие международных контактов, сохранение объектов туристского показа, рациональное использование природного и культурного наследия.

Определение ближайших приоритетных направлений государственной политики отражается в «Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года» [1].

Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года – главный рамочный документ, определяющий политику властей в отношении туристической отрасли.

Приоритетными направлениями государственного регулирования туристской деятельности являются поддержка и развитие внутреннего, въездного, социального и самодетельного туризма.

Государственное регулирование туристской деятельности в Российской Федерации осуществляется путем:

- Определения приоритетных направлений развития туризма в Российской Федерации;
- Нормативного правового регулирования в сфере туризма;
- Разработки и реализации федеральных, отраслевых целевых и региональных программ развития туризма;
- Содействия в продвижении туристского продукта на внутреннем и мировом туристских рынках;
- Защиты прав и интересов туристов, обеспечения их безопасности;
- Содействия кадровому обеспечению в сфере туризма;
- Развития научных исследований в сфере туризма;
- Стандартизации и классификации объектов туристской индустрии;
- Формирования и ведения единого федерального реестра туроператоров;
- Информационного обеспечения туризма;
- Создания благоприятных условий для развития туристской индустрии;

- Оказания государственных услуг в сфере туризма;
- Взаимодействия с иностранными государствами и международными организациями в сфере туризма, в том числе через представительства федерального органа исполнительной власти в сфере туризма за пределами Российской Федерации.

Государственное регулирование туризма осуществляется посредством:

- Установления порядка создания и деятельности органов государственной власти Российской Федерации, уполномоченных осуществлять государственное управление туризмом в Российской Федерации;
- Установления общих правил осуществления различных видов предпринимательской и иной экономической деятельности субъектов туристской индустрии и осуществления контроля и надзора за ее осуществлением;
- Установления особенностей создания, реорганизации и ликвидации субъектов туристской индустрии;
- Лицензирования туроператорской и турагентской деятельности;
- Технического регулирования в сфере туристской индустрии, а также иного обеспечения безопасности предпринимательской деятельности в области туризма для граждан, общества и государства;
- Разработки и реализации целевых, инвестиционных и других программ, концепций и проектов в области туризма;
- Налогового регулирования;
- Таможенных, валютных, миграционных, санитарно-эпидемиологических формальностей;
- Государственной поддержки приоритетных видов туризма и деятельности субъектов туристской индустрии;
- Государственного протекционизма;
- Информационного обеспечения туризма;
- Статистического наблюдения в области туризма и туристской индустрии;
- Установления квалификационных требований к подготовке кадров в области туризма;
- Защиты прав и интересов участников отношений в области туризма и туристской индустрии;
- Иных мер экономического и административного характера, в том числе предусмотренных настоящим Федеральным законом и другими федеральными законами.

Туристско-рекреационные ресурсы области известны и популярны среди знатоков истории и любителей туризма. Возникает вполне закономерный вопрос: почему же туризм в Смоленской области до сих пор не превратился в эффективную отрасль экономики и процветающую сферу деятельности?

Актуальность темы исследования обуславливается тем, что перспективы развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы на территории очень важны для социального-экономического потенциала.

Объект исследования – туризм как отрасль экономики непроизводственной сферы Смоленской области.

Предмет исследования перспективы развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы Смоленской области.

Цель исследования – разработка рекомендаций, направленных на совершенствование развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы Смоленской области.

Поставленная цель определила необходимость решения следующих задач:

- дать характеристику системы государственной поддержки и государственного

регулирования сферы туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы Смоленской области;

— исследовать региональные особенности сферы развития туризма на территории Смоленской области;

— провести мониторинг сферы туризма Смоленской области;

— разработать рекомендации, направленные на совершенствование развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы Смоленской области.

Анализ публикаций показал разнообразие точек зрения по вопросам изучения территориальной организации туристской деятельности в Смоленском регионе.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты могут быть использованы, как в профессиональной подготовке специалистов в сфере туризма, так и при разработке мероприятий по совершенствованию государственного управления и обеспечению его эффективности в сфере туризма Смоленской области.

Структура работы. Конкурсная работа состоит из введения, основной части, заключения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Анализ развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы на территории Смоленской области

1.1. Анализ системы государственной поддержки и государственного регулирования сферы туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы Смоленской области

Министерство культуры и туризма Смоленской области является исполнительным органом Смоленской области, осуществляющим исполнительно-распорядительные функции в сфере культуры, туризма и архивного дела на территории Смоленской области.

Министерство обеспечивает при реализации своих полномочий приоритет целей и задач по содействию развитию конкуренции на товарных рынках в установленной сфере деятельности.

Структура Министерства культуры и туризма Смоленской области представлена на рисунке 1.

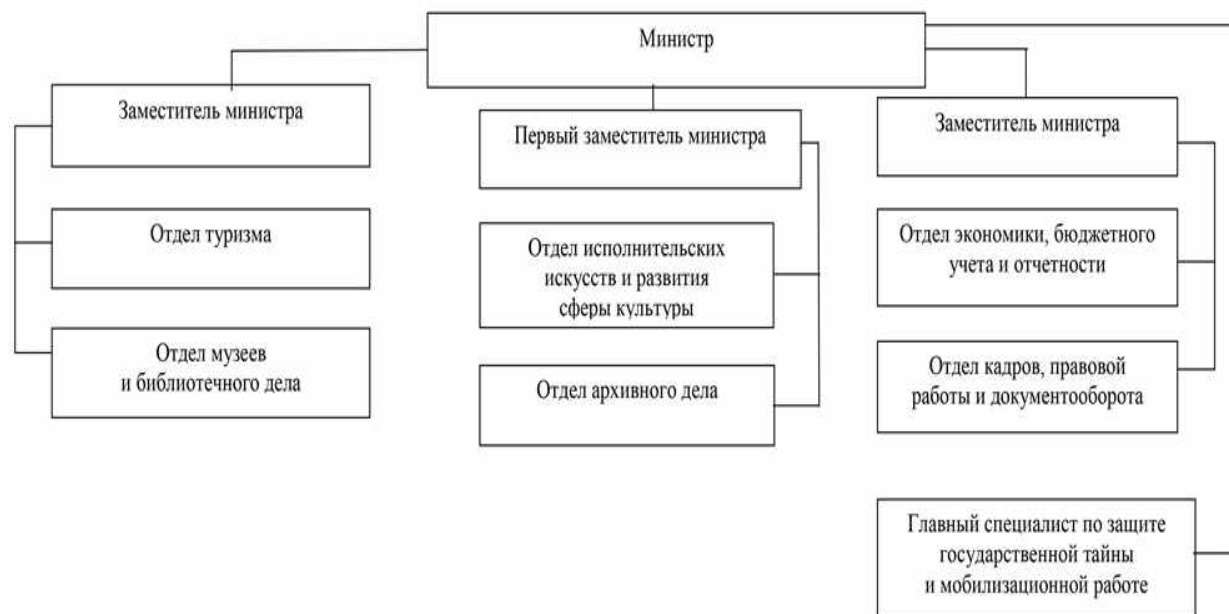


Рисунок 1. – Структура Министерство культуры и туризма Смоленской области [3]

Министерство возглавляет министр культуры и туризма Смоленской области, назначаемый на должность и освобождаемый от должности Губернатором Смоленской области.

Перейдем к инструменту государственной поддержки сферы туризма. Правительство Смоленской области утвердило программу развития автомобильного туризма в регионе на 2024–2035 годы.

Цель программы — увеличение туристского потока. Предполагается, что к 2035 году регион на личном автотранспорте будет посещать не менее 600 тысяч человек ежегодно. Некоторые приоритетные направления развития автомобильного туризма до 2035 года:

- увеличение доли путешествий на персональных автомобилях, автобусах, мотоциклах или автодомах;
- создание условий для интенсивного развития сопутствующей и обеспечивающей инфраструктуры, включая объекты дорожного сервиса, кемпинги, кемпстоянки и инженерные сети;
- вовлечение местного предпринимательского сообщества и объектов туристского показа в сферу автомобильного туризма [4].

К концу 2026 года планируется создать не менее четырёх автомобильных турмаршрутов, охватывающих основные туристические направления и объекты притяжения Смоленской области.

Проект включает разработку и реализацию четырёх автомобильных маршрутов: «Между двух столиц: дорогой Союзного государства»; «Брянск — Смоленск»; «Истоки Руси: из Пскова в Смоленск»; «Тверь — Вязьма — Калуга» [4].

1.2. Региональные особенности и проблемы сферы развития туризма на территории Смоленской области

Рассмотрим региональные особенности сферы развития туризма на территории Смоленской области. В Смоленской области расположены следующие туристические объекты (рисунок 2.):



Рисунок 2. – Количество туристических объектов Смоленского региона

Приоритетные направления внутреннего и въездного туризма в Смоленской области представлены на рисунке 3.:



Рисунок 3. - Приоритетные направления внутреннего и въездного туризма в Смоленской области

На территории Смоленской области расположены две ООПТ (рисунок 4.)

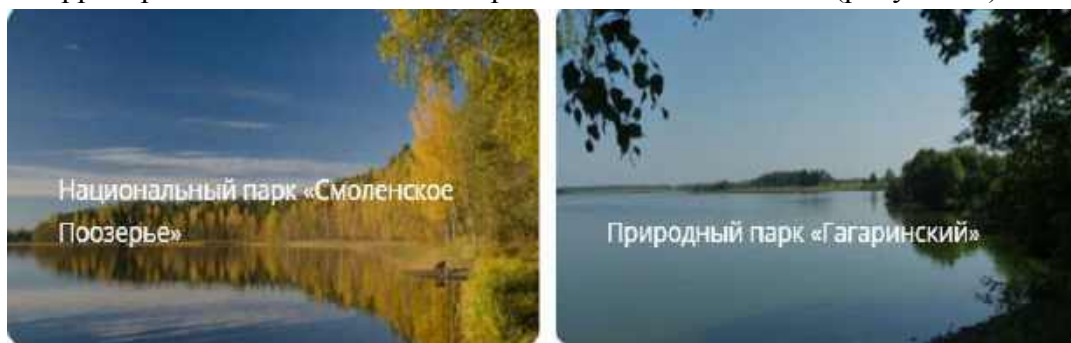


Рисунок 4. - Особо охраняемые природные территории Смоленского регионе

Культурно-познавательный туризм – это старейший и основной вид туризма в Смоленской области, развивающийся благодаря богатому и разнообразному историко-культурному наследию. Событийный туризм Смоленской области представлен яркими и зрелищными мероприятиями, привлекающими туристов в Смоленскую область. Некоторые событийные мероприятия представлены на рисунках 5., 6., 7.:



Рисунок 5 – Международный фестиваль исторической реконструкции и славянской культуры «Гнездо»



Рисунок 6. – Международный туристический фестиваль «Соловьева переправа»



Рисунок 7. –Областной фестиваль «Его величество Огурец»

Региональные особенности формирования и развития туристических маршрутов в Смоленском регионе представлены на рисунке 8.



Рисунок 8. - Региональные особенности формирования и развития туристических маршрутов в Смоленском регионе

Рассмотрим динамику туристского потока в Смоленскую область (2017-2025). По данным Министерства культуры и туризма Смоленской области рост внутреннего туризма стабилен с 2018 года, несмотря на спад в 2022-м из-за пандемии. Въездной туризм начал восстанавливаться с 2023 года и показал колоссальный рост к 2025 году (рисунок 9.).

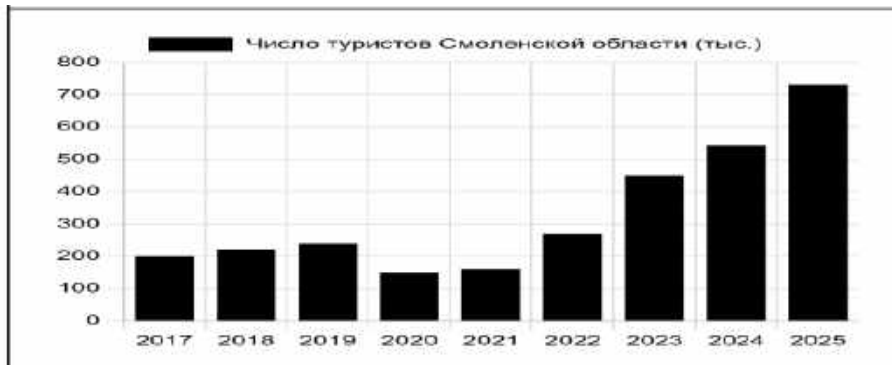


Рисунок 9. - Динамика туристского потока в Смоленскую область (2017-2025)

Положительная динамика свидетельствует об успешном развитии инфраструктуры и привлечении туристов в летний сезон. Структура туристов Смоленской области по видам туризма в 2024 году представлена в таблице 1.

Таблица 1.- Структура туристов Смоленской области по видам туризма в 2024 году

Вид туризма в Смоленской области	Доля туристов, % (2024 год)
Культурный	45
Экотуризм	25
Событийный	15
Деловой	10
Гастрономический	5

Распределение туристов по основным видам туризма Смоленской области происходит с акцентом на рост экотуризма и событийного сегмента.

Как видно из таблицы 1. увеличивается спрос на экологические и событийные программы, влияя на предложение малых туристических предприятий.

Тенденции развития туристического бренда Смоленской области представлен на рисунке 10.

- 1** Бренд региона основан на богатом историко-культурном наследии и символике Смоленской крепости, отражая уникальность территории и её идентичность.

- 2** Активное продвижение через маркетинговые кампании и сотрудничество представителей туристической сферы Смоленской области с туроператорами способствует расширению узнаваемости и привлечению новых туристов.

- 3** Формирование позитивного имиджа Смоленской области поддерживается развитием инфраструктуры и качественного сервиса, укрепляя доверие и лояльность посетителей.

Рисунок 10- Тенденции развития туристического бренда Смоленской области

Потенциал внутреннего туризма в Смоленской области представлен на рисунке 11.



Рисунок 11. - Потенциал внутреннего туризма в Смоленской области

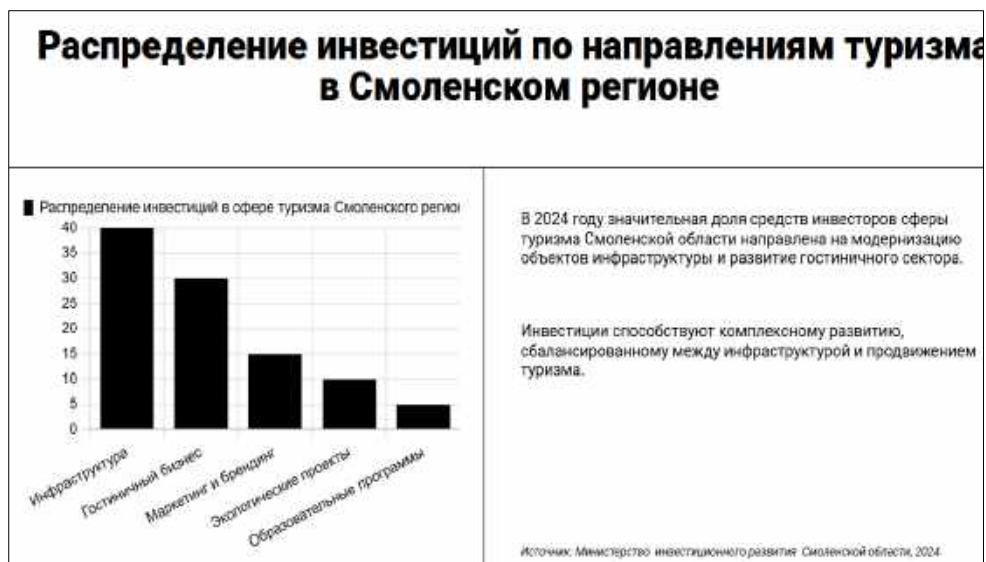


Рисунок 12 – Распределение инвестиций по направлениям туризма Смоленском регионе в 2024

Система развития туризма в Смоленской области через синергию бизнеса и власти

Совместные программы поддержки и инновации

Власть и турбизнес Смоленской области реализуют совместные инициативы, включая гранты для малого и среднего предпринимательства, способствующие внедрению инновационных проектов в туризме.

Цифровые платформы и координация

Для эффективного управления сферой туризма используется цифровая платформа, обеспечивающая обмен информацией, мониторинг и анализ развития туризма в Смоленском регионе, а также организацию региональных координационных советов.

году

Рисунок 13. – Ключевые аспекты системы развития туризма в Смоленской области через синергию бизнеса и власти

Количество объектов туристической инфраструктуры (2015 vs 2025) представлено в таблице 2.

Таблица 2.- Сравнение количества объектов туристической инфраструктуры (2015 vs 2025)

Категория объекта туристической инфраструктуры (Смоленская область)	2015	2025
Гостиницы	55	90
Рестораны, кафе	120	180
Музейные объекты	25	40
Туристические агентства	10	18

До конца 2026 года будут завершены ещё несколько проектов по развитию туристической инфраструктуры Смоленской области, такие как:

- создание комфортных условий для экотуризма на базе Конного Двора в Пржевальском;

- закупка современных аудиогидов;
- организация типа-кемпинга «Деслес»;
- открытие частных музеев — гончарного искусства «Глина, огонь и вода» и музея «Русская воинская доблесть сквозь века!».

Также будут масштабные мероприятия:

- арт-шоу «Сердце города» в Саду Блонье,
- военно-исторический фестиваль «Смоленск — Город-Щит. 1654 год» и мультимедийный проект «Смоленск — моя крепость».

В этом году Правительство Смоленской области расширило перечень направлений грантовой поддержки. Добавили новое направление — брендинг туристических автобусов [4].

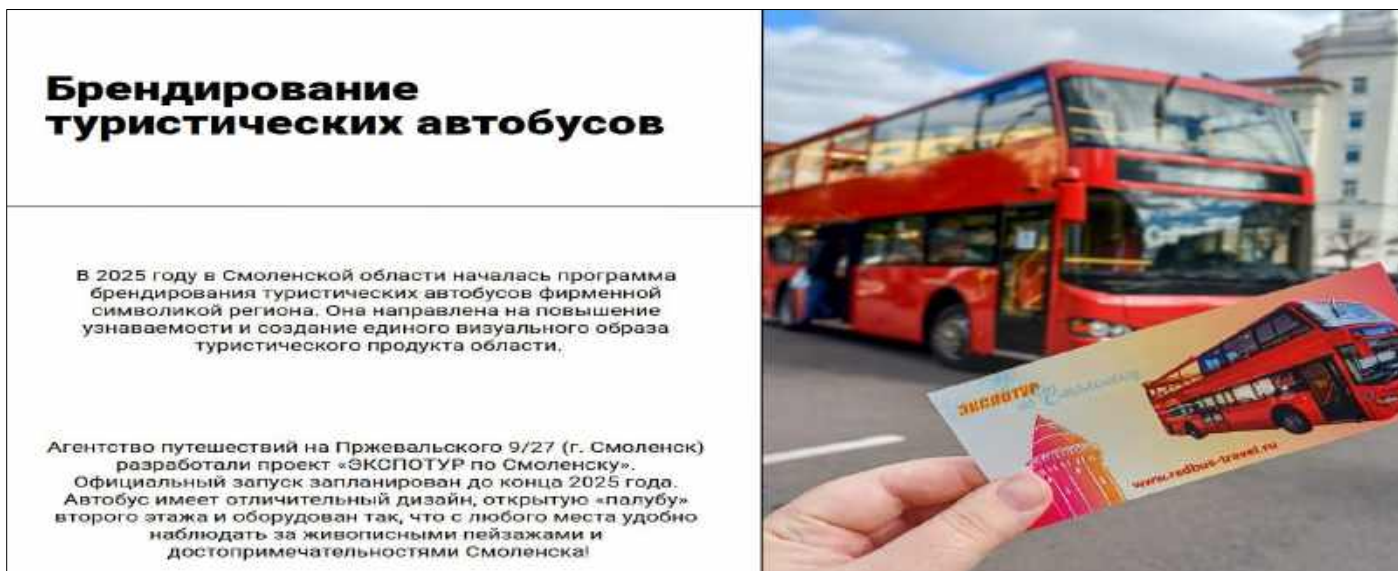


Рисунок 14 – Актуальная тенденция развития сферы туризма в Смоленском регионе

Еще одной актуальной тенденцией развития сферы туризма в Смоленском регионе является формирование единого визуального стиля Смоленского региона (рисунок 15.)



Рисунок 15. – Формирование единого визуального стиля Смоленского региона

У предпринимателей и организаций Смоленской области есть возможность присоединиться к программе и реализовать собственные проекты, которые сделают Смоленскую область более привлекательной для жителей и туристов. Туризм оказывает огромное влияние на такие ключевые отрасли экономики, как транспорт и связь, строительство, производство товаров народного

потребления, гостиничный бизнес, индустрию питания и другие, т.е. выступает своеобразным катализатором социально-экономического развития [2].

Основными факторами, сдерживающими развитие туризма в Смоленской области, являются (рисунок 17):

	В Смоленской области все еще недостаточно развита инфраструктура в сфере туризма. Туризм испытывает ограничения, связанные с недостаточным уровнем развития туристской инфраструктуры, гостиницы не справляются с возросшим туристическим потоком, высокой степенью износа объектов культурного наследия, транспортной доступностью
	Для Смоленского региона характерно отсутствие системных маркетинговых исследований туристского рынка
	Все еще недостаточная узнаваемость Смоленской области на внутреннем и мировом туристских рынках и проблема обеспечения удобного доступа к туристическим услугам региона
	Считаем, что в Смоленской области существует неустойчивость связей между организациями и сферой туризма, научными организациями и образовательными организациями
	Проблема недостаточного уровня квалификации трудовых ресурсов туристской отрасли Смоленской области, что связано с отсутствием программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников туристской отрасли, по прохождению производственной практики, низкой восприимчивостью руководящих работников к инновациям. В связи с отсутствием в Смоленской области достаточного количества рабочих мест с высоким уровнем оплаты труда происходит отток квалифицированных кадров в другие субъекты Российской Федерации

Рисунок 17. - Выявленные в ходе исследования проблемы сферы туризма Смоленской области
Это ставит новые задачи в развитии туризма и пространственной организации туристско-рекреационной деятельности на основе имеющегося в регионе потенциала.

2. Разработка направлений совершенствования развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы на территории Смоленской области

2.1. Основные направления развития туризма как отрасли экономики непроизводственной сферы на территории Смоленской области

Туристическая сфера Смоленской области имеет свои особенности и является объектом, задающего вектор развития региона. Последние годы региональные органы власти работают над созданием комплекса мер, которые бы позволили создать условия для повышения эффективности в туристической отрасли.

Приоритетные направления развития туризма как отрасли экономики непроеизводственной сферы на территории Смоленской области представлены на рисунке 18:

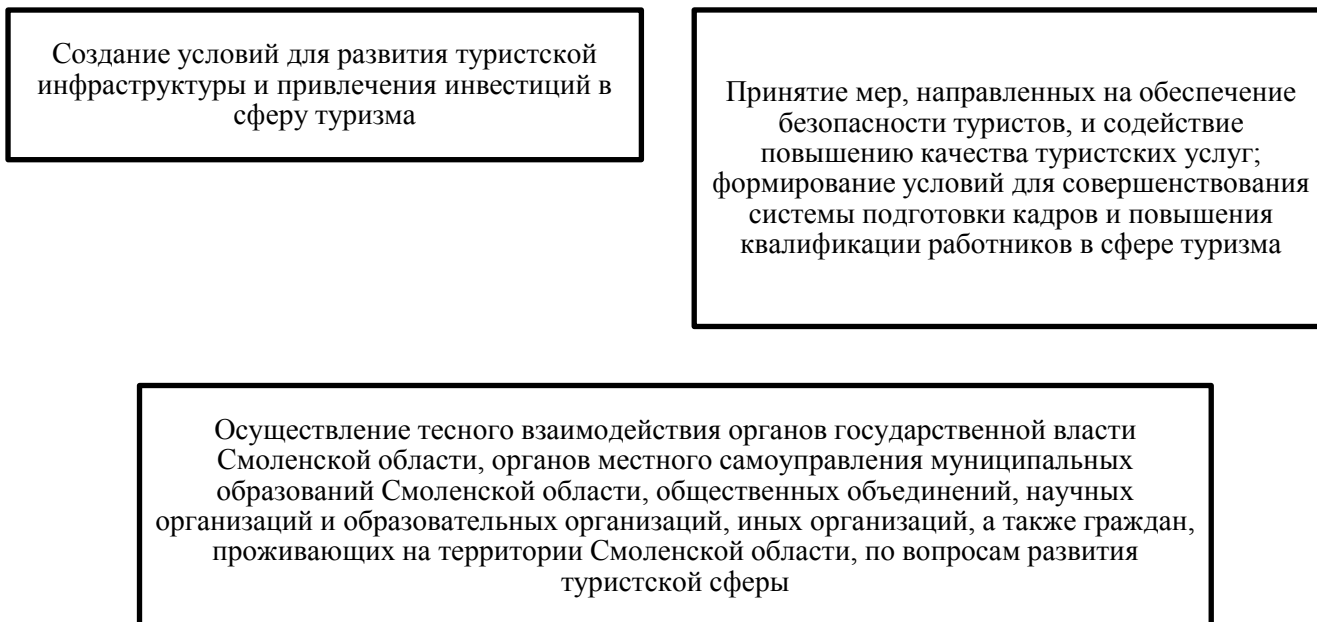


Рисунок 18 - Приоритетные направлениями развития туризма в Смоленской области

Задачи развития туризма в Смоленской области являются представлены на рисунке 19:

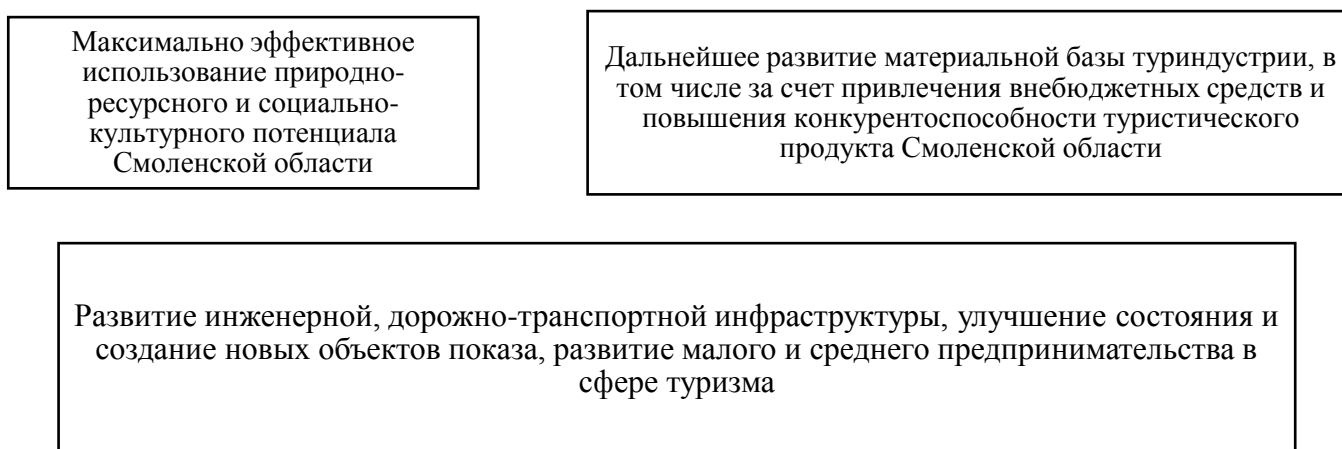


Рисунок 19- Задачи развития туризма в Смоленской области

Партнерство между государственным и частным секторами является важным фактором, позволяющим туристским направлениям предлагать качественные продукты, соответствующие/превышающие ожидания потребителей и обеспечивающие успешное и долгосрочное функционирование дестинаций.

Развитие сферы туризма предполагает взаимодействие органов государственной власти, органов местного самоуправления, представителей бизнеса.

Для повышения туристской привлекательности Смоленской области и, соответственно, продвижению территории на рынке туризма могут способствовать меры, представленные на рисунке 20.

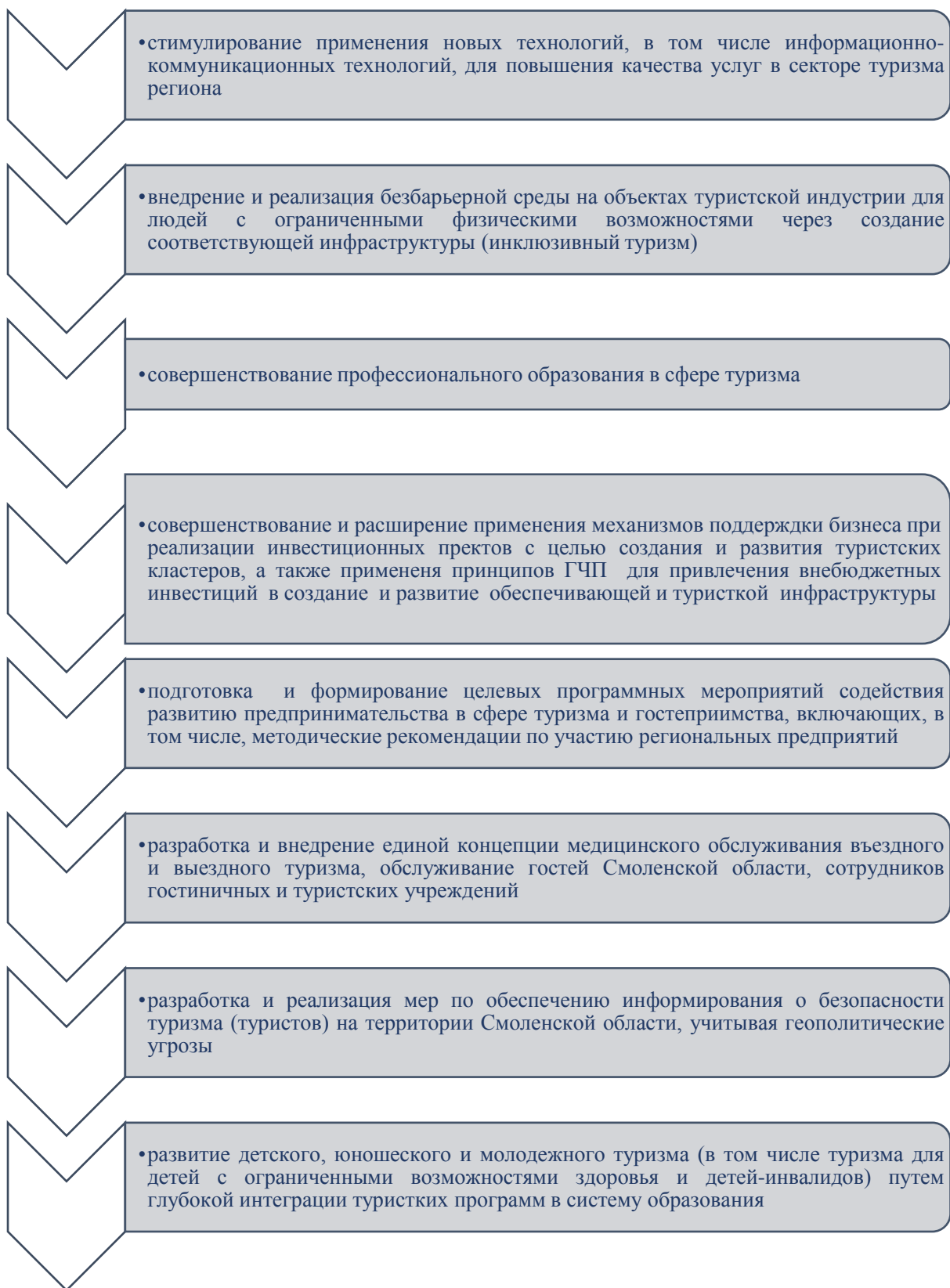


Рисунок 20. – Меры, направленные на развитие сферы туризма в Смоленской области

2.2. Разработка проекта по созданию интерактивного гида по Смоленской области в аспекте развития туризма как отрасли экономики непроемственной сферы на территории Смоленской области

Одной из актуальных на сегодняшний день является проблема обеспечения удобного доступа к туристическим услугам регионов России. Актуальность предложения также обусловлена растущим интересом к внутреннему туризму со стороны населения России.

Практическая значимость проекта конкурсной работы обусловлена тем, что туризм в регионе активно развивается, однако большинство туристов сталкиваются с нехваткой систематизированной и актуальной информации о достопримечательностях Смоленской области. Существующие ресурсы разрознены, не предлагают удобной навигации и маршрутов.

Создание единого интерактивного приложения с возможностью планирования маршрутов, получения информации и офлайн-доступа (из-за проблем со связью в современных геополитических условиях) повышает привлекательность региона и удобство для потенциального туриста.

Развитие внутреннего туризма способствует развитию экономики региона через создание новых рабочих мест, развития инфраструктуры, пополнения бюджета региона.

Поэтому нами было решено предложить проект создания интерактивной карты Смоленской области, направленный на создание более доступной среды для туризма по региону, который решает одну из выявленных проблем (рисунок 21).

Проблема: все еще недостаточная узнаваемость Смоленской области на внутреннем и мировом туристских рынках и проблема обеспечения удобного доступа к туристическим услугам региона

Туристы тратят время на поиск достоверной информации о локациях, маршрутах и условиях посещения Смоленской области. Существующие решения (сайты, блоги, карты) не обеспечивают:

- полноты данных по региону;
- возможности построения индивидуальных маршрутов;
- офлайн-доступа и адаптированных гидов для малых населённых пунктов и природных зон.

Предложение по созданию интерактивного гида по Смоленской области в аспекте совершенствования государственного управления и обеспечения его эффективности в сфере туризма решает эти проблемы, объединяя все функции в одном инструменте.



Рисунок 21 - Описание проблемы

Интерактивная карта региона позволит прокладывать индивидуальные туристические маршруты, с удобным интерфейсом, которая может быть загружена на телефон, планшет и другие устройства и использоваться после прокладывания маршрута офлайн-пользования. Мы предлагаем жителям и гостям Смоленского региона познакомиться с древней славянской культурой кривичей и погрузиться в атмосферу, когда оживает сама история, возможность увидеть мир глазами тех, кто жил до нас, и почувствовать себя частью чего-то большего. Наши потребители – гости Смоленского региона и люди, постоянно проживающие в регионе, которые хотели бы посетить интересные места и получить знания о быте и культуре древних славян; самозанятые туристические гиды, которые проводят индивидуальные и групповые экскурсии по интересным местам региона.

Целевая аудитория

- Российские и иностранные туристы, путешествующие по Смоленщине самостоятельно.
- Жители Смоленского региона, интересующиеся локальными достопримечательностями.
- Туристические агентства и аттестованные гиды Смоленской области, использующие приложение для маршрутизации клиентов.



Рисунок 22. – Целевая аудитория

Сегментация проекта создания интерактивной карты Смоленской области представлена в таблице 3.

Таблица 3. - Сегментация проекта создания интерактивной карты Смоленской области

Что?	Локальный гид (история, события), короткие выходные - маршруты, уведомления о мероприятиях	Интерактивная карта, готовые и настраиваемые туристические маршруты, офлайн-контент	Инструмент для создания и продажи туров, управление групповыми маршрутами, экспорт материалов
Кто?	Жители Смоленской области, семьи, выходные-приезжие	Самостоятельные туристы 20-45 лет, небольшие группы, путешествующие из других регионов	Частные гиды, туроператоры, экопроекты и музеи
Почему?	Узнавать новые места быстро, планировать короткие поездки и участвовать в локальных событиях	Удобно планировать поездку, ориентироваться офлайн, получать аудиогиды и рекомендации	Быстро собирать и кастомизировать маршруты, продавать готовые экскурсии, управлять клиентами
Когда?	Выходные, праздники, сезон прогулок (вне выходные и в межсезонье)	Туристический сезон и вне сезона для тематических туров; перед поездкой - планирование	Постоянно (подготовка туров), перед и во время экскурсий
Где?	Мобильное приложение и веб - в повседневном использовании, локальные сообщества	Google Play / App Store, туристические форумы, офлайн - на местах (без интернета)	Веб-панель для профессионалов, мобильное приложение для демонстрации клиентам

Преимущества предложения структурированы и представлены на рисунке 23



Рисунок 23. – Преимущества проекта создания интерактивной карты Смоленской области

Описание предлагаемого к разработке проекта создания интерактивной карты Смоленской области (рисунок 24.):

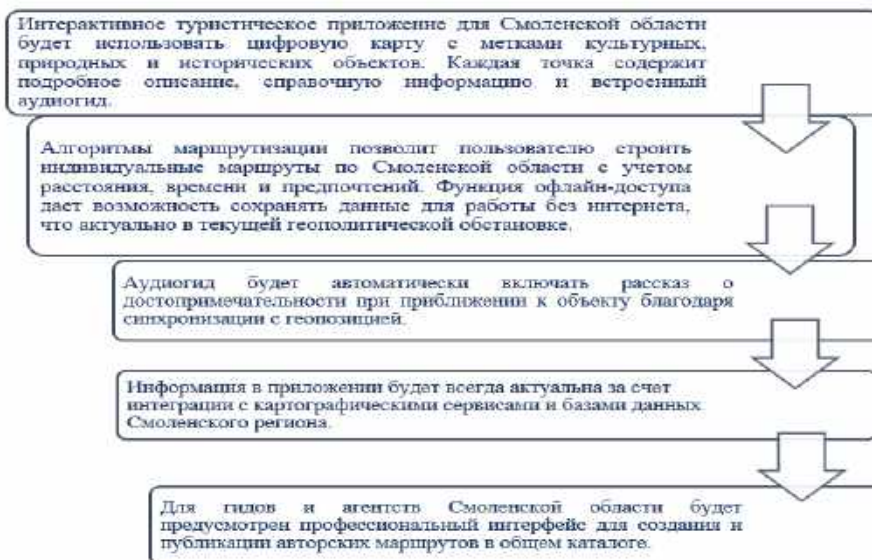


Рисунок 24.- Описание предлагаемого к разработке проекта создания интерактивной карты Смоленской области

Проведем конкурентный анализ проекта создания интерактивной карты Смоленской области (таблица 3.2.)

Таблица 4. - Конкурентный анализ проекта создания интерактивной карты Смоленской области

Наименование конкурента	Сильные стороны	Ответ на них	Слабые стороны	Ответ на них
Visit-Smolensk.ru (официальный портал)	Большая база достопримечательностей, событий и маршрутов	Более удобный мобильный офлайн-доступ аудиогиды.	Нет персонализации и офлайн-функций.	Индивидуальные маршруты и автономное использование.
KP.ru — попутеводитель по Смоленщине	Подробные описания и фото популярных мест.	Интерактивная карта и автоматические аудиогиды.	Нет маршрутизации и мультимедийных функций.	Персонализированные маршруты и аудио по геопозиции.

Стоимость разработки интерактивной карты региона с приложением для мобильного устройства зависит от сложности проекта, требований заказчика и других факторов. 190 000 рублей — средняя стоимость разработки интерактивной карты навигации, которую предлагает компания Kulagin Group (рандомный выбор).

Предлагаем к разработке привлечь АНО "Центр развития туризма Смоленской области", учредителем которого является Министерство инвестиционного развития Смоленской области. Логотип центра представлен на рисунке 25.



Рисунок 25 – Логотип АНО "Центр развития туризма Смоленской области"

Командой проекта и трекером могут выступить сотрудники Центра. Модель монетизации: доступ к демоверсии интерактивной карте Смоленского региона будет бесплатным; тариф – единоразовый – при покупке использования карты в течение 1 месяца, тариф стандарт для полного доступа к услугам самозанятым гидам и людям, постоянно проживающим в Смоленском регионе, интересующимся природой и культурой древних славян.

Можно рассмотреть платное/бесплатное размещение рекламы предприятий малого и среднего бизнеса региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Туризм относится к непроизводственной сфере, потому что производство товаров не является основной задачей отрасли. В рамках туризма создаются услуги и нематериальные ценности: сервис, организационные решения, культурный обмен, впечатления, знания и люди.

Почему туризм важен для экономики? Во-первых, это внесение в валовой региональный продукт (ВРП) через услуги: размещение, питание, транспорт, экскурсии, развлечения. Во-вторых - создание рабочих мест: персонал в отелях, ресторанах, турагентствах, гидах, кураторах объектов культурного наследия.

Неформальными эффектами выступают развитие инфраструктуры населенных пунктов региона, увеличение налоговых поступлений в бюджет, спрос на сопутствующие виды деятельности. Помимо этого возникает эффект мультиплирования – происходит рост спроса на услуги в смежных секторах (ремонт зданий, транспорт, коммуникации, информационные сервисы).

Преимуществами сферы туризма всегда являются быстрый эффект от инвестиций в сервис и инфраструктуру, возможность диверсифицировать экономику региона и хорошая возможность применения гибких технологий (цифровые платформы, гибридные форматы).

Смоленская область имеет умеренно богатую культурно-историческую и природную базу, что позволяет формировать устойчивые, разнообразные турпродукты.

При правильной координации региональных органов власти, бизнес-сообщества и местного населения можно ожидать устойчивого роста вклада туризма в экономику непроизводственной сферы: создание рабочих мест, рост налоговых поступлений, развитие инфраструктуры и повышение качества жизни местных жителей.

В работе предложены мероприятия, направленные на развитие сферы туризма в Смоленской области, а также разработан проект создания интерактивной карты Смоленской области, направленный на создание более доступной среды для туризма по региону

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Распоряжение Правительства РФ от «О Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г.» № 2129-р 20.09.2019 [действующая редакция].
2. Закон Смоленской области «О туристской деятельности на территории Смоленской области» № 53-з от 08.07.2010 [действующая редакция].
3. Постановление Правительства Смоленской области «О переименовании Министерства культуры Смоленской области в Министерство культуры и туризма Смоленской области и об утверждении положения о Министерстве культуры и туризма Смоленской области» № 36 от 26.10.2023 [действующая редакция].
4. Официальный сайт Министерства культуры и туризма Смоленской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kultura.admin-smolensk.ru/>. (Дата обращения 20.03.2026).

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Пригорская средняя школа**

**Научно-практическая конференция «Шаг в науку»
Я – исследователь**

Исследовательская работа

Создание модели самолета «ЯК -12»

**Работу выполнил:
ученик 8 класса
Савченков Анатолий Васильевич
Руководитель:
учитель физики
Левчук Наталья Владимировна**

2025 – 2026

I. Введение

Изучая история авиамоделирования, я пришел к выводу, что многие при использовании моделей самолета используют различные материалы: пластмасса, дерево, стеклоткани и другие материалы, которые хорошо склеиваются и имеют достаточную прочность, а также они являются влагостойкими.

Для создания своего самолета «ЯК -12», я решил использовать материал, который используется для бытовых нужд, а именно подложку под ламинат. Передо мной стояла цель сделать авиамодель из подручных материалов и доказать, что из них можно создать неплохую авиамодель.

Актуальность: В нашей стране есть множество населенных пунктов доступ, к которым либо отсутствует, либо часто осложнен в силу погодных условий местности. В этих регионах, так же как и в других, большое количество людей нуждаются в медикамента, продуктах питания. Поэтому создание дешёвого, простого в эксплуатации самолета, который способен осуществлять частые скоростные полеты с дальнейшей выгрузкой или сбросом грузов имеет место быть.

Цель работы: создать модель самолета «ЯК -12» своими руками.

Задачи работы:

1. Разработать и изготовить рабочий прототип самолета.
2. Выявить преимущества и недостатки, а также рассчитать экономическую эффективность от использования выбранной концепции.

Практическое значение проекта состоит в том, что его можно использовать как учебное пособие при обучении авиа моделированию, а также как действующий электроприбор, выставочный экспонат, подарок.

В процессе изготовления самолёта используются приобретённые знания, умения и навыки в области, физики, истории и технологии. Создание самолета способствует закреплению ранее изученного материала таких разделов, как «Основы черчения», «Разметка», «Сверление», «Резание» и т.д.

В процессе выполнения я ознакомился с технологией производства летательных средств, приобрести навыки по ремонту и наладке оборудования.

II. Основная часть

Глава 1. Выбор компоновки и проектирование самолета

В начале, хочу сказать, что изделие является лишь концептуальным прототипом, рабочей моделью для визуализации возможного облика реального самолета и представления функционирования основных узлов и агрегатов.

Как и любое проектирование, создание подобной модели начинается с рассмотрения основных характеристик, в нашем случае – скорость и вес груза.

Схема изделия – однодвигательный самолет с верхним расположением крыла. Плавные обводы, тонкий аэродинамический профиль крыла, и плавная геометрия крыла придает конструкции большую «чистоту» с аэродинамической точки зрения. Многие решения призваны минимизировать сопротивление тем самым повысить скорость аппарата. В центральной части фюзеляжа (корпус самолета), под крылом, есть специально выделенное пространство для подвески контейнера с грузом.

При выборе **материалов**, из которых будет изготовлено изделие стоит учесть: легкость, прочность и простоту обработки. Поэтому подавляющая часть несущего каркаса была изготовлена из листовой подложки под ламинат.

Выбор материалов

Основной материал для создания моей модели самолета мне необходима листовая подложка под ламинат или паркетную доску 1000x500x5мм и 1050x500x2 мм, небольшой лист фанеры 5мм. Также использовались деревянные рейки, сделанные самостоятельно из доски. Для соединения

деталей я использовал полимерный клей Титан, скотч и клей ПВА.

Виды соединений, используемых в работе

При изготовлении изделия использовались следующие соединения: скотч, полиуретановый клей, термоклей.

Оборудование и инструменты, применяемые в работе

Инструменты:

1. Линейка
2. Карандаш
3. Ножовка
4. Шлифовальная шкурка
5. Лобзик
6. Циркулярная пила
7. Канцелярский скальпель
8. Канцелярский нож
9. Термопистолет
10. Строительный фен

Организационный этап выполнения проекта

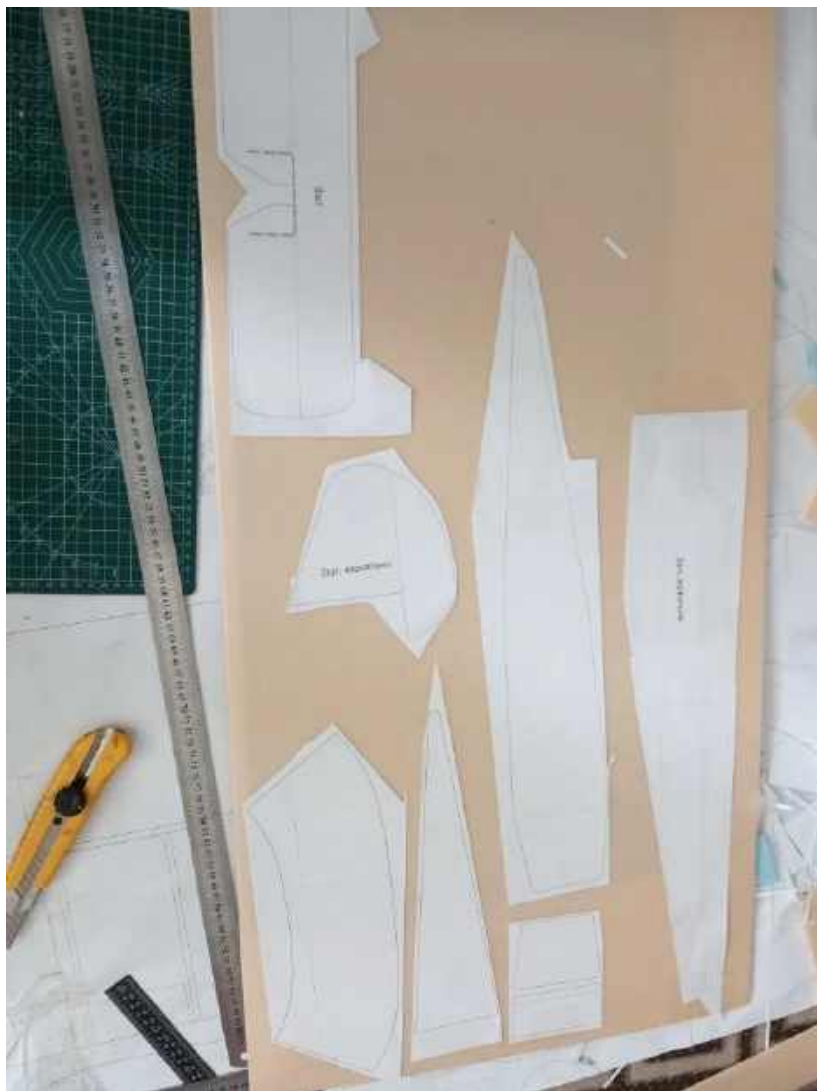
Сначала я составил график своей работы.

График работы над проектом:

- 01.05.25 – 10.05.25 – выбор проекта, подбор материалов;
10.05.25 – 17.06.25– разработка эскизов, подготовка чертежей;
17.06.25 – 24.06.25 – составление инструкционно-технологической карты обработки изделия;
25.06.25– 24.02.26– работа над практической частью проекта;
25.02.26– 01.03.26 подготовка к презентации;

Глава 2. Изготовление самолета

Весь период создания самолета я разделил на несколько этапов. Самым первым этапом было перенесение деталей самолета на подложку. Для этого мною были вырезаны детали чертежа и с помощью скотча приклеены на пенопласт подложки. Те части, которые были нужны деревянные, я использовал лист фанеры 5 мм и на него при помощи клея ПВА приклеил вырезанные детали чертежа. И первый этап это сборка фюзеляжа. На этом этапе я столкнулся с первыми сложностями. А именно: определение метода приклеивания чертежа, неровность поверхности для склеивания, а также сказывалась неопытность использования канцелярского скальпеля при вырезании.



На втором этапе происходила сборка фюзеляжа. Это самый объемный этап работы. На нем мне приходилось переделывать уже вырезанные детали, так как я не сразу разбавил полиуретановый клей, и из-за этого некоторые детали были испорчены. После этого я изменил состав клея, чтобы он был более жидкий и с ним было удобнее работать. Раствор клея из полимерного клея «Титан» разбавил спиртом, примерно на 600 - 700 грамм клея понадобилось 100 грамм этилового спирта. И так, как проходило создание самолета.

Создание капота. Все вырезанные детали подравниваем, особенно внутреннюю кромку. Наносим на торец клей. Сводим края вместе и равномерно распределяем клей по обеим поверхностям. Затем нужно дать клею подсохнуть. В это же время необходимо взять несколько кусочков скотча, наклеиваем их на детали и скрепляем два края, фиксирую стык скотчем. Устанавливаем лобовую шайбу, которую клеиваем во внутреннюю часть капота. Сзади вставляем штангоут, который нужен для придания необходимой формы капоту.

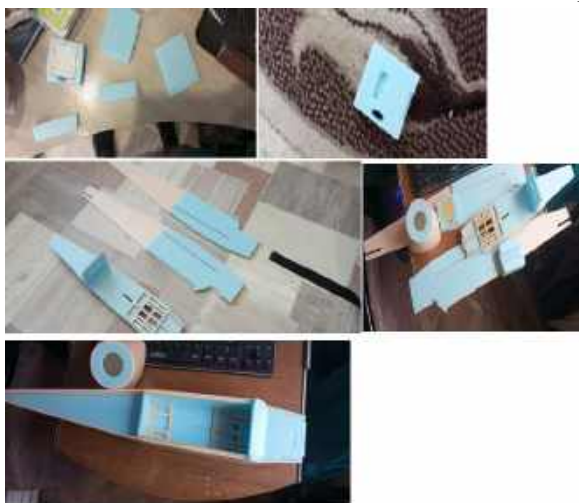
Создание моторамы. Моторама состоит из 4-х деталей. Склеиваем детали, ориентируясь на отверстия под провода, находящиеся с правой стороны. Заготовки выравниваются по верхней и правой кромке. Главное нужно помнить, что клей наносится на деталь меньшего размера. Пронизываем нишу под мотораму и клеиваем площадку.

Склейка площадки под шасси. Данная площадка состоит из 4-х деталей и 4-х накладок. Наносим клей и откладываем на просушку. Склеиваем усиление основной стойки и накладок.

Тем временем приступаем к сборке самого фюзеляжа. Приклеиваю усиления носовой секции. Приклеиваю накладку на переднюю часть боковины. При приклеивании накладки ориентируюсь на разметку штангоута. Приклеиваю горизонтальный странгер и батарейную площадку, штангоут. Далее нужно промазать площадное место под штангоут клеем. Затем ставим штангоут на место, клею накладку для усиления борта. На этом этапе необходима деревянная рейка, для усиления

посадочного места крыла. немного подгибаем боковины под усиления шасси. Далее необходимо добавить еще один странгер, которые вставляю в шип штангоута. Пока все сохнет дорабатываю мотораму, подтачивая боковые кромки.. все детали склеиваю по разметке. Приклеиваем мотораму на передний шип. Вклеиваем площадку под сервомашинки хвостовых рулей в стык борта штангаута. Для крепкости модели делаем усиление передней части капота и лобового стекла. Для присоединения второй боковины используем клей. После высыхания обрабатываем все выступающие фрагменты.

Для установления булденов нужно отступить 25 мм от боковых реек и 15 мм от площадки под сервомашинки хвостовых рулей, отмечая точки. Размечаем точки выхода через борта, оставляя запас 60 мм от торца и от кронки стабилизатора, отмеряем 15 мм отмечая маленькими точками. Далее необходимо сделать каналы под булдену зубочисткой под углом 10° с двух сторон. Берем трубочку 2 мм и заводим ее в отверстие по одному борту и по другому. Приклеиваем трубки термопистолетом. Вклеиваем усиление батарейного отсека, выравнивая все плоскости под установку капота. Прodelываю бороздку под усиление лобового стекла. Необходимо аккуратно согнуть деталь лобового стекла и приклеить. Затем соединяем все детали поочередно.



На третьем этапе происходила сборка крыла. Склеиваем развертку с помощью бумажного скотча. Складываем половинки обшивки и промазываем торец клеем. Разворачиваем и склеиваем обшивку. Пока сохнет клей займемся хвостовым оперением. Прорезаем на киле линию (не до конца) отреза руля.. Наклеиваем сетку серпянку по линии обреза руля. Обмазываем заготовку клеем и прикладываем второй слой . Тем временем необходимо склеить развертку крыла. Далее приступаем к сборке стабилизатора. Размечаем П-образную скобу по месту установки ставим метку 60 мм по центру и метку по центру самого стабилизатора, вжимаем скобу в пенопласт в оба слоя. Важно! Всю разметку делаем на внутренней стороне. Наклеиваем сетку, обрезая в размер. Необходимо промазать клеем деталь место установки скобы, затем вкладываем на место скобу и проклеиваем внешнюю сторону, шарниров и нажеи скобы. Склеиваем половинки крыла.

Сборка ренджрона. Нам понадобилось 6 реек: 4 на ренджрон, 2 н переднюю кромку. Приклеиваем две пары к деревянному уголку по нижней кромки. Приклеиваем нервюры (10 шт). Устанавливаем рамки для приклеивания сервомашинки между 2 и 3 нервюрой. Приклеиваем вторую половину ренджрона с помощью 2 реек и клея. Обязательно нужно ставить рейки для усиления конструкции. Подготавливаем кусочки малярного скотча для фиксации задней кромки.

Заворачиваем обшивку при сгибании, удерживая за проклеенный участок. Аналогично делаем со второй частью крыла. Далее необходимо вырезать руль высоты. Скругляем кромки . Также необходимо вырезать окно под сервомашинки в крыле. Приклеиваем сетку серпянку в размер от 3 нервюры и до концевой. Вклеиваем площадку под шасси. На данном этапе важно не забыть сделать каналы для проводов сервомашинки с помощью заточенной трубочки. Сквозь каналы необходимо

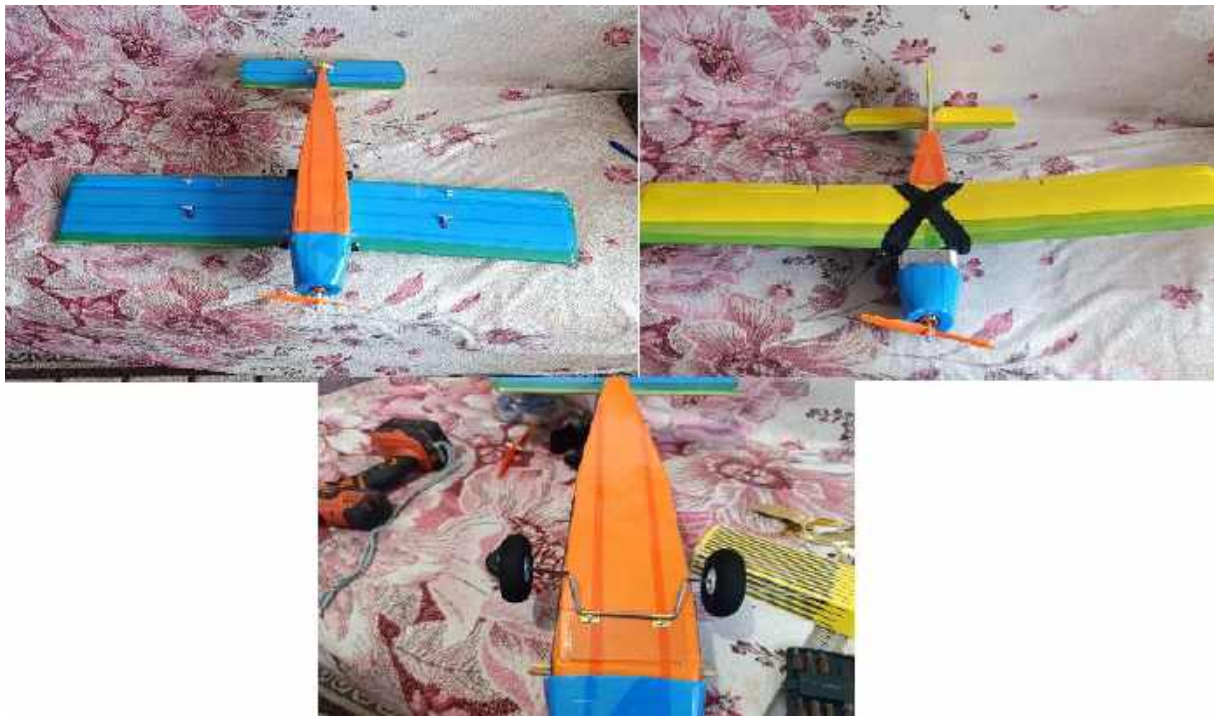
протянуть кусок проволоки для удобства проводки проводов.. Примеряем крыло к фюзеляжу. Необходимо вырезать рули на крыльях и их разработать.



Четвертым этапом работы стала обтяжка модели. Для этого необходимо несколько кусков пленки для ламинации для усиления крыла у корневой части с помощью строительного фена температурой 130°. Обтягиваем скотчем крыло, начиная обклеивать от задней кромки. После при нахождении неровностей выглаживаем их строительным феном, также как и с пленкой. Этим же способом оклеиваем все детали самолета.



Пятым этапом стала сборка самолёта. Вклеиваем в фюзеляж полочки для крепления резинок крыла и шасси.. необходимо вставить штыри с выступом в 25 мм для крепления резинок, данные штыри фиксируем на термопистолет. Подготавливаем и устанавливаем стабилизатор, заводя его в специальный паз. Приклеиваем одну сторону стойки затора на термоклей. Приклеиваем вторую сторону и киль. После этого ставим стойку шасси на место и скрепляем парой саморезов. Делаем амортизатор из канцелярских скрепок.



Заключительным этапом стало установка электрических компонентов самолета. Вытягиваем кабель в центральную часть руля. После устанавливаем сервомашинки. Подключаем конекторы сервомашинки. Устанавливаем кабанчик, вклеивая его на место с помощью термоклей. На тяге загибаем П-образный наконечник. Заводим тягу в отверстия и подтягиваем винт. Для тяги на хвостовые рули нам понадобится косок проволоки длиной 35 см. все сервомашинки крепим на саморезы. Ставим регулятор мощностей, выводя провода через отверстия. Подключаем двигатель для проверки направления оборотов. Все провода убираем во внутрь фюзеляжа. Крепим мотор на мотораму. Фиксируем капот на термоклей. Крепим внутри фюзеляжа регулятор хода с помощью двухстороннего скотча на правый борт. Подключаем приемник, ставим аккумулятор, закрепляя его га ремешок. Устанавливаем винт.



Глава 3. Экономический расчёт проекта

Для изготовления модели самолёта были израсходованы следующие материалы:

№п/п	Материалы	Количество	Цена (руб)	Сумма (руб)
1.	Подложка 1050x500x2	1	326	326
2.	Подложка 1050x500x5	1	468	468
3.	Доска	1	255	255
4.	Полимерный клей Титан	1	158	158
5.	Наждачная бумага	10	187	187
6.	Цветной скотч	4	89	356
7.	Серпянка	1	276	276
8.	Лист ДСП	1	380	380
9.	Клей ПВА	1	57	57
10.	Скотч	1	99	99
11.	Бумажный клей	1	105	105
12.	Набор для резьбы по дереву	2	88	176
13.	Лезвия для резьбы по дереву	100	350	350
14.	Комплект замков на нейлоновых рогах		136	136
15.	Регулируемые ограничители тяг 1,5 мм		247	247
16.	Бесщеточный двигатель XXD A 2212	1	1149	1149
17.	Шасси	2	33	66
18.	Набор винтов-пропеллеров GWS	2	369	369
19.	КС сервопривод удлинитель Y-образный	1	84	84
20.	Сервомашинка	4	779	3116
21.	FlySky FS-iA6 6 –канальный приемник 2.4 G	2	1809	1809
22.	Аккумулятор	1	1094	1094
	Итого:			11263

Стоимость изготовленного изделия в основном определяется затратами на материалы и электроэнергию (оплата труда в расчет не берется так как для выполнения данного проекта наемная рабочая сила не привлекалась).

Согласно проведенным расчетам затраты составили:

на материалы – 11263

на электроэнергию – 4,24 р x10 кв = 42,4 коп

Учитывая, что все работы производились в дневное время при естественном освещении затраты на искусственное освещение в расчет не берутся.

При условии приобретения всех материалов, оплаты затрат на электроэнергию **себестоимость изделия составит 11305, 40 коп**

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изделие, созданное мною в результате работы над творческим проектом, представляет собой модель самолёта, которая привлекает внимание, её можно использовать в виде наглядного пособия стендовой модели, выставочного экспоната, подарка.

Я предлагаю вашему вниманию свободную модель самолёта, выполненную с использованием различных технологий, созданную опытным путем. Изготовленный по чертежу самолёт принесёт радость своим обладателям и станет долгожданным и ценным подарком для всех, кто связал свою жизнь с воздушным флотом или мечтает о воздушных просторах.

Модель самолёта является продуктом кропотливого ручного труда, требующего неукоснительного соблюдения всего технологического процесса. Именно поэтому моя модель не рассчитана на массовое изготовление, выполняется индивидуально по представленным чертежам модели.

Высокая детализация и качество изготовления моделей самолётов увлекает, заставляя думать, находить решения по изготовлению моделей, а использование проверенных временем природных материалов (сосна, берёза) в комбинации с современными делает работу приятной, срок службы продукции неограниченным по сравнению с существующими пластиковыми и сборными моделями.

Технологический процесс выполнения вы можете видеть на представленных фотографиях приложения, последовательность выполнения имеется в описании процесса и технологической карте.

Фотографии, а также видео по изготовлению самолета расположены в облаке:
<https://cloud.mail.ru/public/vj9q/urVZky71a>

V. Список использованных источников

1. Проектирование и расчет моделей планеров И.К. Костенко Издательство ДОСААФ 1958 г.
2. Малые беспилотные летательные аппараты. Теория и практика Биард Рэндал У., Мак Лэйн, Тимоти У. Издательство Техносфера 2016 г.
3. Беспилотные летательные аппараты как носители оборудования комплексных систем наблюдения Шеваль В.В. 2010 г.
4. <http://www.airwar.ru/>
5. <https://rcopen.com/>
6. <https://ru.wikipedia.org>