

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет информационных технологий и управления  
Кафедра интеллектуальных информационных технологий

*К защите допустить:*

Заведующий кафедрой ИИТ  
\_\_\_\_\_ Д. В. Шункевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к дипломному проекту  
на тему:

**МОДЕЛИ И СРЕДСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ПРОДУКЦИИ**

БГУИР ДП 1-40 03 01 02 033 ПЗ

Студент

В. А. Минеев

Руководитель

А. А. Ефремов

Консультанты:

*от кафедры ИИТ*

Н. В. Гракова

*по экономической части*

Т. Л. Слюсарь

Нормоконтролёр

С. А. Самодумкин

Рецензент

Минск 2023

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет            ИТиУ  
Специальность    1-40 03 01

Кафедра            ИИТ  
Специализация    1-40 03 01 02

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой  
«\_\_\_\_\_» 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**по дипломному проекту студента**  
**Касперовича Александра Сергеевича**  
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта: Портал знаний об автомобильных запчастях

утверждена приказом по университету от 01 апреля 2023 г. № 873-с

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 29 мая 2023г

3. Исходные данные к проекту: Сервер с предустановленной операционной системой Ubuntu Server; Языки разработки Java, Typescript, Python, HTML, CSS.

Назначение разработки: разработать портал знаний об автомобильных запчастях

4. Содержание пояснительной записи (перечень подлежащих разработке вопросов):

Введение

1 Анализ подходов к реализации портала знаний об автомобильных запчастях

2 Проектирование портала знаний об автомобильных запчастях

3 Разработка портала знаний об автомобильных запчастях

4 Технико-экономическое обоснование разработки портала знаний об автомобильных запчастях

Заключение

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

---

---

---

---

---

---

---

6. Содержание задания по технико-экономическому обоснованию.

1

2

3

4

Задание выдал: \_\_\_\_\_ С. С. Карпицкая

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

п/п	Наименование этапов дипломного проекта	Объем этапа, %	Срок выполнения этапов	Примечание
1	Подбор и изучение литературы	10	12.02 – 19.04	
2	Изучение проблемной области, средств проектирования и разработки	10	20.02 – 19.04	
3	Определение требований к реализации	10	03.04 – 18.04	
4	Проектирование модели подсистемы	15	28.02 – 05.04	
5	Разработка подсистемы	30	05.04 – 20.05	
6	Расчет экономической эффективности проекта	5	21.03 – 02.05	
7	Оформление пояснительной записки	10	25.02 – 31.05	
8	Оформление графической части проекта	10	01.04 – 29.05	

Дата выдачи задания: 00.00.2023 г. Руководитель \_\_\_\_\_ И. О. Фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ И. О. Фамилия

# **РЕФЕРАТ**

ТЕМА ДИПЛОМА: дипломный проект/ А. С. Касперович. – БГУИР, 2023, – п.з. – 39с., чертежей (плакатов) – 6 л. формата А1.

Целью дипломного проекта является ....

Предметом исследования является ...

Данный программный модуль позволяет ....

В первом разделе пояснительной записки была поставлена задача, которую должен выполнять портал, и были определены требования к порталу. Также был проведен анализ подходов к разработке портала знаний об автомобильных запчастях и анализ систем-аналогов.

В втором разделе были описаны характеристика основных пользователей приложения, основные сценарии его работы, диаграмма сущность-связь базы данных, диаграмма последовательности модуля авторизации. Спроектированы модули управления и анализа объявлений, а также пользовательского интерфейса. Также был приведен перечень функциональности портала знаний об автомобильных запчастях.

В третьем разделе проведен выбор инструментальных средств реализации приложения, а также описана реализация спроектированных программных модулей. Описаны составные части портала знаний и особенности реализации.

В четвертом разделе приведено технико-экономическое обоснование разработки портала знаний об автомобильных запчастях. Был произведен расчёт затрат на создание данного приложения, а также оценка экономического эффекта разработки и использования портала знаний об автомобильных запчастях.

Результатом дипломного проектирования является программа ...

# СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений . . . . .	7
Введение . . . . .	8
<b>1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ И СРЕДСТВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ . . . . .</b>	<b>10</b>
1.1 Анализ предметной области . . . . .	10
1.2 Анализ проблем, решаемых моделью и средствами прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .	11
1.3 Анализ систем-аналогов . . . . .	12
1.4 Анализ подходов к разработке модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .	15
1.5 Вывод . . . . .	17
<b>2 Проектирование моделей и средств прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .</b>	<b>18</b>
2.1 Проектирование компонентов модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .	18
2.2 Функциональные требования к модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .	19
2.3 Проектирование модулей модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .	21
2.4 Вывод . . . . .	27
<b>3 Разработка моделей и средств прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .</b>	<b>28</b>
3.1 Используемые технологии . . . . .	28
3.2 Библиотеки и инструменты, используемые сайтом для реализации модели прогнозирования рынка сельскохозяйственных культур. . . . .	29
3.3 Разработка модуля пользовательского интерфейса. . . . .	30
3.4 Вывод . . . . .	30
<b>4 Технико-экономическое обоснование разработки программной системы прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции . . . . .</b>	<b>32</b>
4.1 Описание функций, назначения и потенциальных пользователей ПО . . . . .	32
4.2 Расчет затрат на разработку ПО . . . . .	32
4.3 Экономический эффект от продажи программного обеспечения	35
4.4 Расчет показателей эффективности инвестиций в разработку ПО . . . . .	35
4.5 Вывод . . . . .	36

Заключение . . . . .	37
Список использованных источников . . . . .	38

## **ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

Перечень условных обозначений (при необходимости) оформляется в алфавитном порядке

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рынок сельскохозяйственной продукции является одним из важнейших секторов экономики многих стран. В связи с этим, прогнозирование его состояния и развития является актуальной задачей для бизнеса и государства. Существует множество факторов, влияющих на рынок сельскохозяйственной продукции, таких как изменения климата, уровень спроса и предложения, технологические инновации и т.д. Поэтому, для достижения успеха на рынке необходимо иметь надежные средства и модели прогнозирования, которые позволяют анализировать рынок и принимать правильные решения на основе полученных данных. Выбор и использование подходящей модели прогнозирования позволит улучшить стратегию управления рисками и повысить эффективность бизнес-планирования в сельском хозяйстве.

Конечной целью данного дипломного проекта является разработка оптимальной модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции на основе анализа и сравнения различных методов. В работе будут рассмотрены как классические методы, такие как метод экспоненциального сглаживания, регрессионный анализ и т.д., так и современные методы, использующие алгоритмы машинного обучения, нейронные сети и другие техники. Кроме того, будут рассмотрены средства визуализации и анализа данных, которые позволяют более наглядно представлять результаты прогнозирования и принимать на их основе обоснованные решения.

В рамках дипломного проекта будет проведен анализ рынка сельскохозяйственной продукции на примере конкретной страны или региона. Будут рассмотрены основные факторы, влияющие на рынок, а также собраны и проанализированы данные о ценах на сельскохозяйственную продукцию, объемах производства и потребления, экспорте и импорте и т.д. На основе этого анализа будут выбраны наиболее подходящие методы прогнозирования и средства анализа данных.

Сельское хозяйство является важным сектором экономики многих стран. С его помощью обеспечивается продовольственная безопасность, создаются рабочие места и поддерживается развитие сельских территорий. В связи с этим, эффективное управление ресурсным потенциалом аграрного производства является ключевым фактором для достижения высоких результатов в этой области.

В настоящее время, в условиях быстрого развития технологий и роста конкуренции, необходимо использовать современные модели и средства управления ресурсным потенциалом аграрного производства, чтобы обеспечить эффективное использование ресурсов и повысить конкурентоспособность сельскохозяйственных предприятий.

В работе будут рассмотрены как теоретические, так и практические аспекты прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции. Будут

изучены основные подходы к прогнозированию, а также принципы работы с данными и статистическими методами. Кроме того, будут рассмотрены примеры применения различных моделей и средств прогнозирования на реальных данных, что позволит оценить их эффективность и применимость в различных условиях.

В итоге, выполнение данного дипломного проекта позволит получить более глубокое понимание принципов прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции и разработать практические навыки работы с данными и моделями прогнозирования.

Результаты данного дипломного проекта могут быть полезны для сельскохозяйственных предприятий, государственных органов, занимающихся регулированием рынка сельскохозяйственной продукции, и других заинтересованных сторон. В итоге, наличие надежных средств и моделей прогнозирования позволит повысить эффективность управления на рынке сельскохозяйственной продукции и обеспечить стабильность и рост в этой важной отрасли экономики.

Дипломный проект выполнен самостоятельно, проверен в системе "Антиплагиат". Процент оригинальности соответствует норме, установленной кафедрой ИИТ. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в "Списке использованных источников".

# 1 АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ И СРЕДСТВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

## 1.1 Анализ предметной области

Сельское хозяйство является одной из основных отраслей экономики многих стран и играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности населения. Сельскохозяйственная продукция включает в себя ряд различных товаров, таких как зерновые, масличные культуры, овощи, фрукты, мясо, молоко и другие продукты животноводства [2].

### **Факторы, влияющие на производство**

Основными факторами, влияющими на производство и сбыт сельскохозяйственной продукции, являются изменения погодных условий, уровень технологий, политика правительства, спрос и предложение, мировая экономическая ситуация, конкуренция и изменение валютных курсов.

### **Методы и аспекты производства сельскохозяйственной продукции**

Существует несколько основных методов производства сельскохозяйственной продукции, таких как традиционное земледелие, органическое земледелие, интенсивное земледелие и генетически модифицированное земледелие. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от многих факторов, таких как тип почвы, климатические условия, доступность технологий и финансовых ресурсов.

Важным аспектом в производстве сельскохозяйственной продукции является управление ресурсами, такими как земля, вода, энергия, семена и удобрения. Эффективное использование этих ресурсов может повысить производительность и прибыльность сельскохозяйственных предприятий.

Кроме того, сельскохозяйственная продукция является объектом международной торговли, и ее экспорт и импорт играют важную роль в экономике многих стран. Регулирование международной торговли сельскохозяйственной продукцией происходит через международные организации, такие как Всемирная торговая организация и ФАО.

### **Связь с другими отраслями**

Дополнительно, сельскохозяйственная продукция имеет связь с другими отраслями экономики, такими как пищевая промышленность, логистика и транспорт. Производство и переработка сельскохозяйственной продукции также влияет на окружающую среду и здоровье людей, поэтому существуют различные стандарты и требования к качеству продукции и ее производству.

Кроме того, сельскохозяйственная продукция играет важную роль в

социальном и культурном развитии многих регионов и стран. Сельскохозяйственные предприятия являются значимыми работодателями, а сельские традиции и обычаи часто становятся объектом туристического интереса.

В связи с растущей конкуренцией и изменением потребительских предпочтений, сельскохозяйственные предприятия сталкиваются с вызовами в области инноваций и развития новых продуктов и технологий. Это может включать в себя использование биотехнологий, внедрение новых методов управления производством и сбытом, а также развитие новых устойчивых моделей бизнеса.

### **Заключение**

Сельскохозяйственная продукция является объектом глобальных вызовов, таких как изменение климата, устойчивое использование ресурсов и обеспечение продовольственной безопасности в условиях растущей численности населения. Поэтому существует необходимость в развитии новых подходов к производству и сбыту сельскохозяйственной продукции, которые будут учитывать современные вызовы и требования.

Таким образом, сельскохозяйственная продукция является важной отраслью экономики, и ее производство и сбыт зависят от многих факторов, включая погодные условия, технологии, политику, спрос и предложение, а также управление ресурсами.

## **1.2 Анализ проблем, решаемых моделью и средствами прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции**

Модели и средства прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции имеет потенциал решения нескольких проблем в этой отрасли [3]:

1 Прогнозирование цен на продукцию: Модель и средства прогнозирования могут использоваться для прогнозирования цен на сельскохозяйственную продукцию на рынке, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям и инвесторам принимать правильные решения по производству и сбыту продукции.

2 Оптимизация производства: Модель и средства прогнозирования могут использоваться для оптимизации производства сельскохозяйственной продукции, что позволяет сократить издержки и увеличить эффективность производства.

3 Принятие решений по инвестированию: Модель и средства прогнозирования могут помочь инвесторам и финансовым организациям принимать решения о вложении средств в сельскохозяйственные предприятия, основываясь на прогнозах рынка и потенциале роста производства.

4 Управление рисками: Модель и средства прогнозирования могут

помочь сельскохозяйственным предприятиям управлять рисками, связанными с производством и сбытом продукции, такими как изменения цен на рынке, изменения климатических условий, урожайности и другие факторы.

5 Повышение эффективности логистики: Модель и средства прогнозирования могут использоваться для оптимизации логистики и сбыта продукции, что позволяет сократить временные и финансовые затраты на транспортировку и доставку продукции.

6 Планирование производства: Модель и средства прогнозирования могут использоваться для планирования производства сельскохозяйственной продукции, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям оптимизировать процесс производства и управления запасами.

7 Повышение эффективности логистики: Модель может использоваться для оптимизации логистики и сбыта продукции, что позволяет сократить временные и финансовые затраты на транспортировку и доставку продукции.

### 1.3 Анализ систем-аналогов

**USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE)** - это система прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции, которая разрабатывается и публикуется Министерством сельского хозяйства США (USDA) ежемесячно. WASDE содержит оценки объемов производства, потребления, экспорта и импорта основных сельскохозяйственных культур, а также прогнозы цен на них. На рисунке 1.1 представлен пример системы прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции «U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE».



Рисунок 1.1 – Интернет ресурс «WASDE»

## Food and Agriculture Organization (FAO).

Food and Agriculture Organization (FAO) - это международная организация, которая занимается прогнозированием и анализом мирового рынка сельскохозяйственной продукции. FAO публикует ежегодные отчеты о состоянии и перспективах развития мировой сельскохозяйственной продукции, а также предоставляет прогнозы цен на продукты.

На рисунке 1.3 представлен пример интернет ресурса «FAO».



ENHANCED BY Google



Highlights



Director-General



Рисунок 1.2 – Интернет ресурс «FAO»

## Rabobank.

Rabobank - это банк, который специализируется на финансировании сельскохозяйственных предприятий. Он также разрабатывает собственную систему прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции, которая включает оценки рыночных цен и прогнозы объемов производства и потребления.

На рисунке 1.3 представлен пример интернет ресурса «FAO».

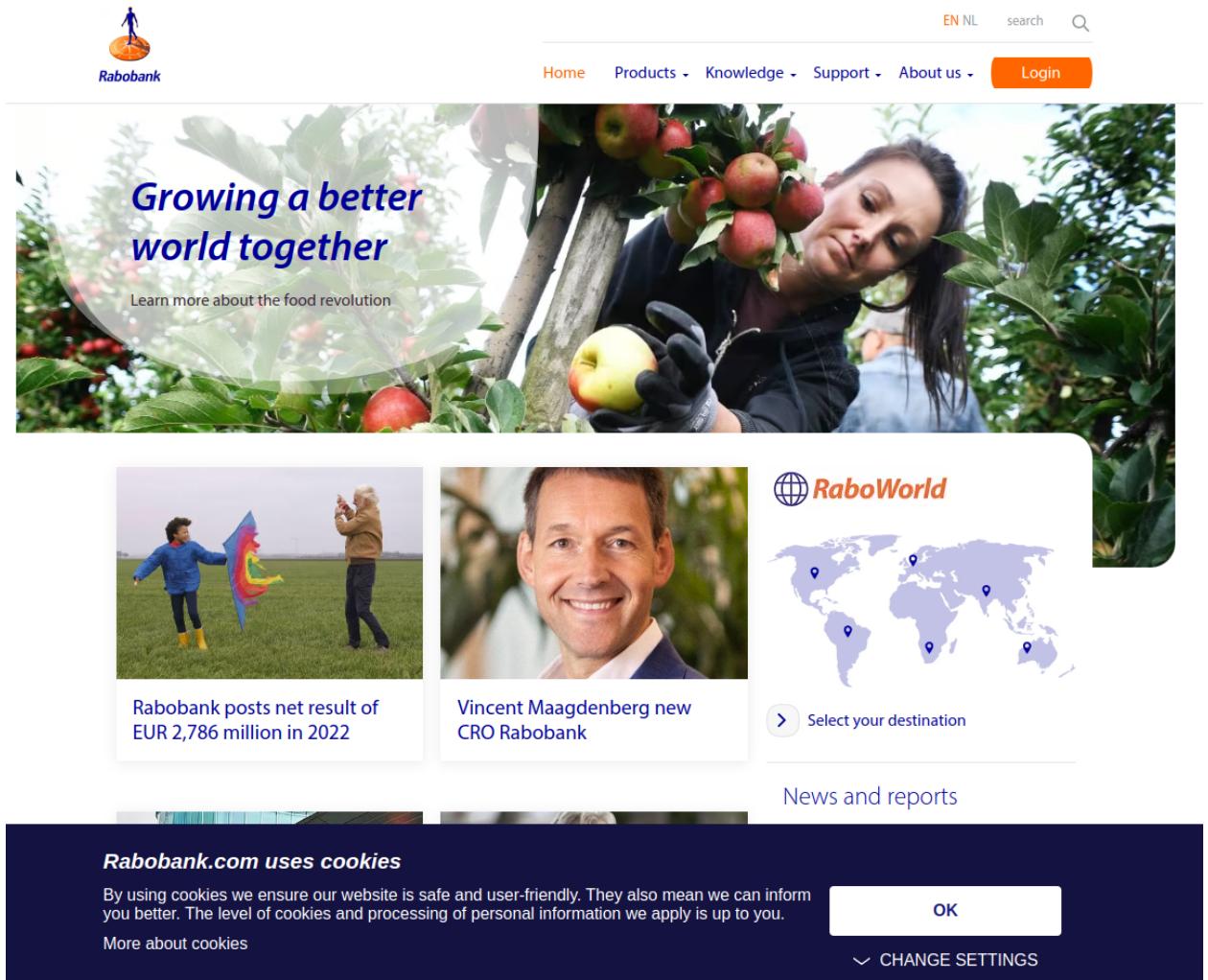


Рисунок 1.3 – Интернет ресурс «FAO»

#### 1.4 Анализ подходов к разработке модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции

Существует несколько подходов к разработке системы прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции. Ниже я рассмотрю некоторые из них:

Эконометрический подход - это подход, основанный на статистическом анализе и моделировании экономических данных. С помощью этого подхода можно построить модели, которые могут прогнозировать цены на продукты, объемы производства и потребления на основе исторических данных. Эконометрические модели могут быть достаточно точными, если используются правильные переменные и методы моделирования. Однако, они могут оказаться недостаточно гибкими для прогнозирования рынка в условиях изменяющихся тенденций и факторов.

Модели машинного обучения - это подход к разработке системы про-

гнозирования, который основан на использовании алгоритмов машинного обучения для анализа и прогнозирования данных. Модели машинного обучения могут использовать большой объем данных и распознавать сложные зависимости между переменными, что может привести к более точным прогнозам. Однако, такие модели могут требовать большого объема данных для обучения и могут быть подвержены проблеме переобучения.

Гибридный подход - это подход, который сочетает в себе преимущества эконометрических моделей и моделей машинного обучения. Например, можно использовать эконометрическую модель для прогнозирования цен на продукты и модель машинного обучения для прогнозирования объемов производства. Такой подход может привести к более точным прогнозам, чем использование любого из подходов в отдельности.

Экспертный подход - это подход, который основан на мнении и опыте экспертов в области сельского хозяйства. Экспертные системы могут использоваться для прогнозирования рынка на основе экспертных оценок. Такой подход может быть полезен в условиях недостаточности данных или когда другие модели не могут учитывать некоторые специфические факторы.

В целом, для разработки системы прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции наиболее эффективным подходом может быть гибридный подход, который сочетает в себе преимущества различных моделей и методов. Однако, выбор подхода зависит от конкретной задачи прогнозирования, доступности данных и других факторов.

Для обеспечения удобной работы большого числа пользователей следует выбрать подходящий тип приложения. Создание веб-приложения является оптимальным вариантом, так как пользователи не будут вынуждены скачивать его на свои устройства, а также смогут пользоваться им с любого устройства без неудобств.

Веб-приложение представляет собой клиент-серверное приложение, в котором данные хранятся на веб-сервере, а пользовательский интерфейс отображается в веб-браузере. Архитектура клиент-сервера широко используется в различных сетевых технологиях, таких как веб-серверы и серверы приложений. Веб-сервер работает по протоколу HTTP, а сервер приложений предназначен для решения прикладных задач в определенной предметной области. Использование серверов приложений упрощает управление сетью и снижает требования к конфигурации клиентов.

Существует несколько основных подходов к разработке веб-серверов:

Монолитная архитектура - это подход, при котором все компоненты приложения находятся в одном целом, тесно связаны друг с другом и запускаются в одном процессе. Этот подход обычно применяется в небольших проектах, где нет необходимости в масштабируемости и гибкости.

Микросервисная архитектура - это подход, при котором приложение разбивается на множество отдельных сервисов, каждый из которых решает

свою специфическую задачу и может быть запущен и масштабирован независимо от других сервисов. Этот подход обычно применяется в крупных проектах, где нужна высокая масштабируемость и гибкость.

Серверная безопасность - это архитектурный подход, который заключается в разработке веб-серверов с учётом возможных угроз безопасности. Для этого используются различные технологии и методы, такие как шифрование данных, аутентификация пользователей, контроль доступа и т.д.

Серверное программное обеспечение (СПО) - это подход, при котором веб-серверы разрабатываются с использованием специальных программных компонентов, которые упрощают разработку, развертывание и управление веб-приложениями. К примеру, это могут быть серверы приложений, веб-фреймворки или инструменты автоматизации развертывания и управления приложениями.

## 1.5 Вывод

Исходя из анализа подходов к реализации моделей и средств прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции, можно сделать следующие выводы:

1 Существует множество подходов к прогнозированию рынка сельскохозяйственной продукции.

2 Для повышения точности прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции могут быть использованы интеллектуальные системы, такие как нейронные сети, генетические алгоритмы и машинное обучение.

3 Важно учитывать специфику сельскохозяйственного рынка, так как он отличается от других рынков по ряду параметров, таких как сезонность, влияние погодных условий и т.д.

4 Для успешной реализации моделей и средств прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции необходимо иметь доступ к актуальным и достоверным данным, а также проводить регулярное обновление моделей и анализ рынка.

5 В целом, разработка и использование современных методов прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции может существенно повысить эффективность работы аграрных предприятий и обеспечить стабильность производства и сбыта сельскохозяйственной продукции.

6 Также были проанализированы методы построения архитектуры.

## **2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Созданная мной модель прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции позволит любому пользователю с базовыми знаниями пользования компьютером, спрогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур в году. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур является важной задачей для сельскохозяйственной отрасли, поскольку помогает фермерам и другим заинтересованным сторонам принимать обоснованные решения о посадке, сборе и сбыте урожая.

В данном дипломном проекте я стремился разработать модель прогнозирования сельскохозяйственного рынка, которая может точно предсказать урожайность различных культур на основе широкого спектра факторов, включая погодные условия, удобрения, тип почвы, характеристики почвы и другие.

Я использовал алгоритмы машинного обучения для обучения модели на этих данных и разработал прогностическую модель, которая сможет точно прогнозировать урожайность различных культур.

### **2.1 Проектирование компонентов модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции**

Программа машинного обучения обычно состоит из нескольких ключевых компонентов, включая:

- Сбор и предварительная обработка данных;
- Разработка характеристик;
- Выбор модели;
- Обучение модели;
- Оценка модели;
- Развертывание модели.

Сбор и предварительная обработка данных: Первым шагом в создании программы машинного обучения является сбор и предварительная обработка данных. В машинном обучении данные используются для обучения моделей, которые могут делать прогнозы, классифицировать новые данные или выявлять закономерности и тенденции. Данные обычно предварительно обрабатываются, очищаются и преобразуются в формат, пригодный для использования в модели машинного обучения.

В процессе обучения модель подвергается воздействию данных и учится выявлять закономерности и взаимосвязи между входными данными и желаемым результатом. Модель корректируется итеративно, чтобы

оптимизировать ее работу с обучающими данными.

**Разработка характеристик:** После предварительной обработки данных следующим шагом является извлечение из них релевантных признаков. Инженерия признаков включает в себя отбор и преобразование данных в формат, подходящий для использования в модели машинного обучения.

**Выбор модели:** Следующим шагом является выбор подходящей модели машинного обучения для решения поставленной задачи. Это предполагает оценку различных моделей и выбор той, которая лучше всего подходит для решаемой проблемы.

**Обучение модели:** После выбора модели следующим шагом является ее обучение на предварительно обработанных данных. Это включает в себя подачу данных в модель и настройку ее параметров для оптимизации ее работы.

**Оценка модели:** После обучения модели следующим шагом является оценка ее эффективности. Для этого модель тестируется на отдельном наборе данных и измеряется ее точность и другие показатели эффективности.

**Развертывание модели:** После того как модель обучена и оценена, последним шагом является ее развертывание в производственной среде. Это может включать в себя интеграцию модели в существующую систему или разработку нового приложения, использующего модель.

На протяжении всего процесса машинного обучения важно контролировать и оптимизировать работу модели, чтобы гарантировать, что она будет продолжать давать точные прогнозы с течением времени. Для этого может потребоваться переобучение модели на новых данных, корректировка ее параметров или выбор другой модели.

## **2.2 Функциональные требования к модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции**

Функциональные требования к модели прогнозирования сельскохозяйственного рынка будут зависеть от конкретных целей и задач модели. Моя модель не собирает и не хранит данные. Она имеет удобный пользовательский интерфейс, позволяющий заинтересованным сторонам легко получать доступ и интерпретировать прогнозы и выводы модели. При проектировании модели функциональные требования к ней удобно представлять в виде диаграммы вариантов использования.

Диаграмма использования — это визуальное представление того, как ресурсы используются с течением времени. Это тип диаграммы, который показывает использование ресурсов, таких как труд, машины или материалы, в зависимости от периода времени, в течение которого они используются. Суть диаграммы использования заключается в предоставлении быстрого

и простого для понимания обзора того, как используются ресурсы в конкретной системе. В моей системе любой пользователь имеет некоторый набор функций, которые могут быть представлены в системе. Диаграмма вариантов использования для любого пользователя представлена на рисунке 2.1.

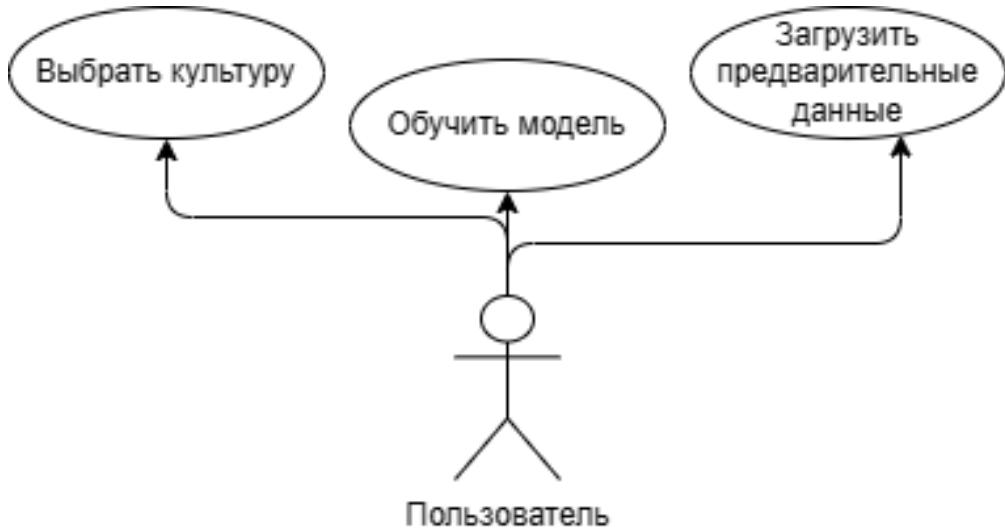


Рисунок 2.1 – Диаграмма вариантов использования пользователя системы

Любой желающий использовать программу может просто сделать это. Базовая функциональность системы не предполагает наличия у пользователя специальных знаний. Все достаточно просто и понятно. Основная функциональность, доступная любому пользователю:

1 Загрузить предварительные данные. Пользователь может выбрать датасет, загрузив его файлом определенного формата. Автоматически датасет проверяется на корректность данных.

2 Обучить модель. Пользователь выбирает признаки, которые он хотел бы видеть в своей модели при обучении или может выбрать все имеющиеся.

3 Выбрать культуру. Пользователь выбирает группу культур, которую будет предсказывать и прогнозирует урожайность.

Расширенная диаграмма вариантов использования для любого пользователя представлена на рисунке 2.2.

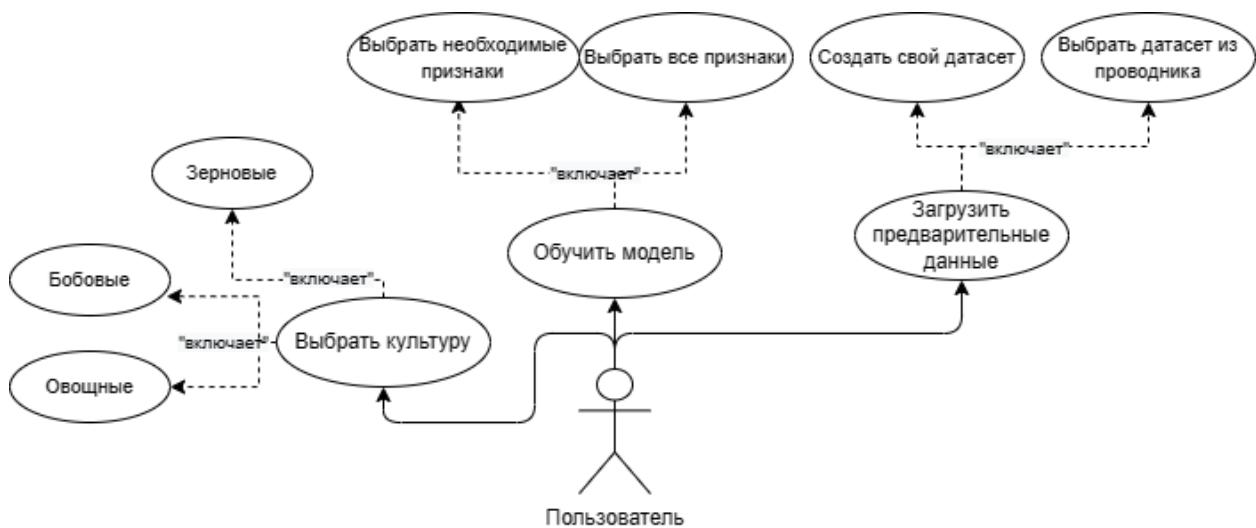


Рисунок 2.2 – Расширенная диаграмма вариантов использования пользователя системы

### 2.3 Проектирование модулей модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции

**Проектирование модуля пользователяского интерфейса.** Цель проектирования пользователяского интерфейса - создать продукт, который обеспечивает легкость в использовании и эффективное взаимодействие между пользователем и продуктом. Хорошо спроектированный пользовательский интерфейс может повысить удобство использования продукта, улучшить его функциональность и повысить уровень удовлетворенности пользователей.

Общая цель модуля пользователяского интерфейса - обеспечить удобство использования программы и предоставить пользователям точные и надежные прогнозы урожая, которые могут помочь им принимать важные решения в сельском хозяйстве [4].

В процессе проектирования было решено разбить пользовательский интерфейс на отдельные компоненты. Компоненты пользователяского интерфейса модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции:

- 1 Компонент главной страницы, включающий главное окно и различные кнопки управления: загрузить данные, выбрать культуру, обучить модель(результат).

- 2 Компонент загрузить данные. Представляет собой выпадающее окно с выбором.

- 3 Компонент выбора культуры. Позволяет пользователю выбрать предложенную группу сельскохозяйственных культур.

- 4 Компонент обучения, который включает в себя выведение результата работы модели, представляет собой элемент кнопки.

Диаграмма классов модуля пользователяского интерфейса изображена на рисунке 2.3.

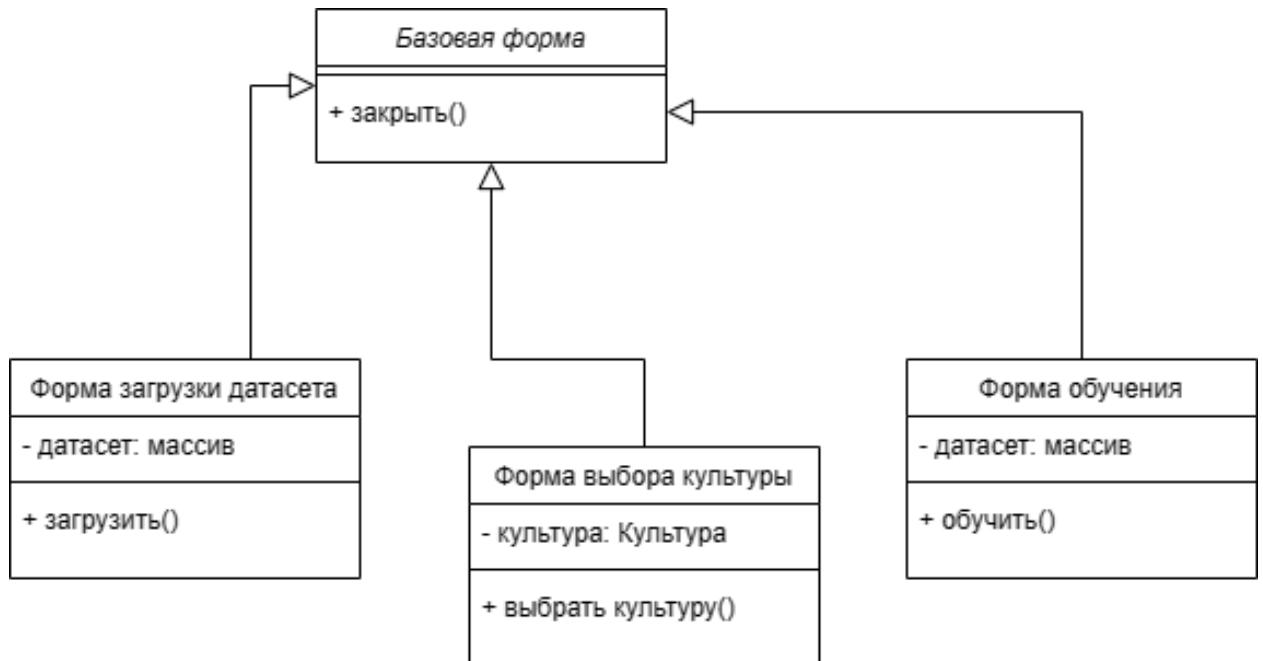


Рисунок 2.3 – Диаграмма классов модуля пользовательского интерфейса

### **Проектирование модуля обучения и прогнозирования.**

Проектирование модуля обучения и прогнозирования является одной из ключевых задач в рамках разработки моделей и средств прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции. Данный модуль должен обеспечить эффективное обучение модели на основе имеющихся данных, а также предоставить возможность прогнозирования будущих значений на основе полученных знаний.

Для проектирования модуля обучения и прогнозирования необходимо определить необходимые методы и алгоритмы обучения, а также выбрать подходящую архитектуру модели. Для этого может использоваться различные методы, такие как регрессионный анализ, методы машинного обучения (например, SVM, случайный лес, нейронные сети и т.д.), а также методы статистического анализа данных.

Кроме того, для обучения и прогнозирования модели необходимо иметь достаточно обширную и качественную базу данных, а также разработать методы и алгоритмы для обработки и анализа этих данных. Важно учитывать различные факторы, которые могут влиять на рынок сельскохозяйственной продукции, такие как климатические условия, политические и экономические факторы и т.д.

Также важно учитывать специфику рынка сельскохозяйственной продукции, так как это может влиять на выбор методов и алгоритмов обработки данных, а также на подходы к прогнозированию будущих значений.

Множественная линейная регрессия является одним из наиболее распространенных методов прогнозирования, который может применяться для анализа зависимости между несколькими независимыми переменными и

одной зависимой переменной.

В контексте прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции, множественная линейная регрессия может быть использована для анализа зависимости между различными факторами, такими как урожайность, климатические условия, цены на сырье и т.д., и объемом производства и продаж сельскохозяйственной продукции.

Для применения множественной линейной регрессии необходимо собрать достаточно большой набор данных, включающий значения всех факторов, которые могут влиять на объем производства и продаж сельскохозяйственной продукции. Эти данные затем используются для обучения модели, которая может использоваться для прогнозирования будущих значений.

Однако, необходимо учитывать, что множественная линейная регрессия может иметь определенные ограничения, например, она может быть чувствительна к выбросам в данных или может требовать линейной зависимости между независимыми переменными и зависимой переменной. Поэтому, при использовании множественной линейной регрессии, необходимо учитывать эти ограничения и проводить анализ качества модели.

В целом, множественная линейная регрессия может быть эффективным методом для прогнозирования объема производства и продаж сельскохозяйственной продукции, но требует тщательного анализа данных и выбора оптимальных параметров модели для достижения наилучших результатов.

Множественная линейная регрессия - это статистический метод, используемый для анализа зависимости между двумя или более независимыми переменными и одной зависимой переменной. Он используется для прогнозирования значения зависимой переменной на основе значений независимых переменных.

Для применения множественной линейной регрессии, набор данных разбивается на две части: обучающую выборку и тестовую выборку. Обучающая выборка используется для обучения модели, а тестовая выборка - для проверки качества модели.

Множественная линейная регрессия основывается на предположении, что зависимая переменная является линейной комбинацией независимых переменных. Модель множественной линейной регрессии может быть представлена следующим образом:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + e$$

где  $Y$  - зависимая переменная,  $X_1, X_2, \dots, X_k$  - независимые переменные,  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$  - коэффициенты регрессии,  $e$  - случайная ошибка.

Коэффициенты регрессии  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$  могут быть найдены с помощью метода наименьших квадратов, который минимизирует сумму квадратов отклонений между фактическими значениями зависимой переменной и

предсказанными моделью значениями.

После того, как коэффициенты регрессии найдены, модель может использоваться для прогнозирования значений зависимой переменной на основе значений независимых переменных.

В целом, множественная линейная регрессия является мощным инструментом для анализа зависимости между независимыми и зависимой переменными и может быть эффективно использована для прогнозирования значений зависимой переменной на основе значений независимых переменных.

### Геометрическая интерпретация множественной линейной модели.

Геометрическая интерпретация множественной линейной модели заключается в представлении модели как гиперплоскости в пространстве независимых переменных и зависимой переменной. На рисунке 2.4 представлена геометрическая интерпретация модели множественной линейной регрессии с одним предиктором.

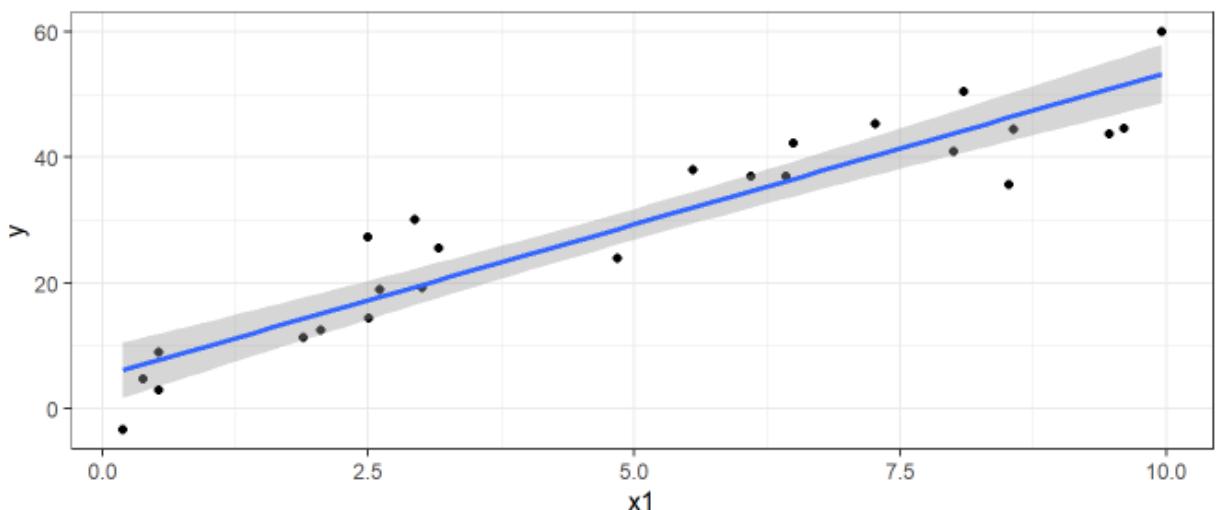


Рисунок 2.4 – Геометрическая интерпретация множественной линейной модели

Формула модели множественной линейной регрессии с одним предиктором выглядит так:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \varepsilon_i$$

Пусть у нас есть  $k$  независимых переменных и зависимая переменная. Тогда каждое наблюдение можно представить как точку в  $k$ -мерном пространстве. Множественная линейная модель задает гиперплоскость, которая проходит через эти точки.

Каждый коэффициент регрессии в модели соответствует угловому коэффициенту гиперплоскости для соответствующей независимой перемен-

ной. Таким образом, каждая независимая переменная связана с наклоном гиперплоскости в соответствующем направлении.

Зависимая переменная представлена третьей осью, перпендикулярной гиперплоскости. Таким образом, значение зависимой переменной для каждого наблюдения может быть представлено как расстояние между этой точкой и гиперплоскостью.

Графически гиперплоскость может быть представлена как плоскость в трехмерном пространстве. Например, для модели с двумя независимыми переменными и одной зависимой переменной гиперплоскость можно представить как плоскость в трехмерном пространстве, как на рисунке 2.5:

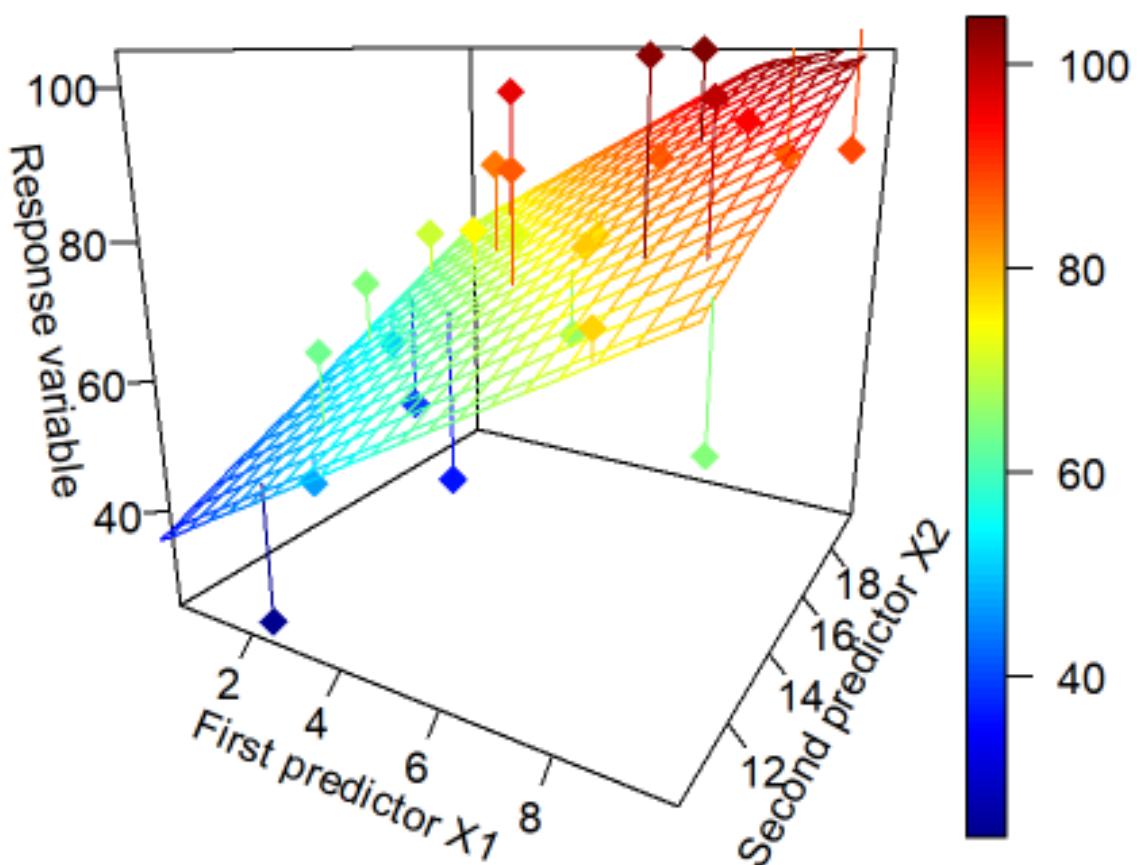


Рисунок 2.5 – Геометрическая интерпретация множественной линейной модели

Точки на графике представляют собой значения независимых переменных и зависимой переменной для каждого наблюдения. Гиперплоскость

проходит через эти точки. Наклон гиперплоскости в каждом направлении соответствует коэффициенту регрессии для соответствующей независимой переменной.

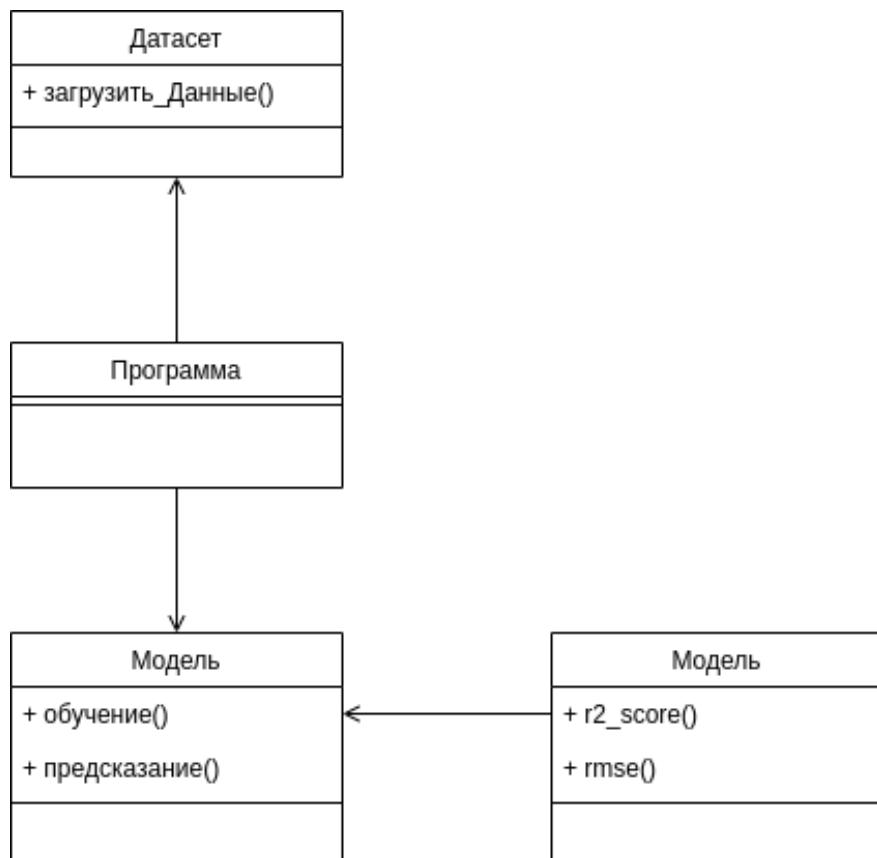


Рисунок 2.6 – Диаграмма классов модуля обучения и прогнозирования.

Класс Датасет загружает данные, которые используются для обучения и тестирования модели. Этот класс содержит метод загрузитьДанные(), который загружает данные из файлов.

Класс Программа содержит основную логику программы, такую как разделение данных на обучающую и тестовую выборки, обучение модели и оценку ее качества. Этот класс может использовать объекты класса Датасет для загрузки данных.

Класс Модель представляет модель множественной линейной регрессии. Он содержит методы обучение() для обучения модели на обучающей выборке и предсказание() для прогнозирования урожайности на основе новых данных.

Класс Метрики содержит методы для оценки качества модели, такие как r2score() для вычисления коэффициента детерминации и rmse() для вычисления корня из среднеквадратической ошибки.

В целом, диаграмма классов показывает, как основные компоненты программы связаны между собой.

## **2.4 Вывод**

Во время разработки модели прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур были выявлены несколько ключевых модулей, которые будут составлять основу системы. Кроме того, были определены функциональные требования к этой системе.

В ходе проектирования модулей системы были сделаны следующие выводы:

1 Основные требования к пользовательскому интерфейсу были прописаны, и было принято решение о разделении его на несколько взаимосвязанных блоков.

2 Для выявления функциональных требований к системе, а также возможных сценариев использования была создана диаграмма вариантов использования.

3 Была спроектирована структура классов для системы. Результаты проектирования отображены в виде диаграмм классов.

Были приняты и созданы основные элементы позволяющие начать разрабатывать модель прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции.

### 3 РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И СРЕДСТВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

#### 3.1 Используемые технологии

В предыдущем разделе были спроектированы модули модели прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции. Для реализации модулей требуется выбрать наиболее подходящие для них технологии. В данном проекте для реализации веб-приложения применяются современные технологии и языки программирования, такие как Node.js, Express, Mongoose, MongoDB, JavaScript и Python.

##### Node.js

Node.js (или просто Node) — это среда выполнения JavaScript-кода на сервере. Она позволяет использовать JavaScript для создания высокопропизводительных, масштабируемых и сетевых приложений, которые могут работать как на сервере, так и на клиенте (в браузере).

Node.js построен на движке V8, который является основой для браузера Google Chrome. Однако, в отличие от браузера, Node.js позволяет выполнять JavaScript-код на сервере, а не только в браузере. Он предоставляет доступ к множеству встроенных модулей и библиотек, которые упрощают разработку серверных приложений на JavaScript.

Node.js имеет неблокирующую архитектуру, что означает, что код выполняется асинхронно. Это позволяет создавать приложения, которые могут обрабатывать множество запросов одновременно, не блокируя выполнение других задач.

Кроме того, Node.js является платформой с открытым исходным кодом, что означает, что любой желающий может использовать, изменять и распространять его свободно. Это сделало Node.js очень популярным среди разработчиков, и он используется во многих крупных проектах, таких как PayPal, Netflix, LinkedIn и многих других[1].

Nodejs был выбран в качестве технологии для разработки модуля пользовательского интерфейса, так как предполагает использование компонентной системы, что весьма удобно для разработки. Также Nodejs содержит CLI, который позволяет быстро создавать нужные компоненты, модули и сервисы и при создании приложения генерирует готовое приложение с минимальной функциональностью.

**База данных MongoDB.** MongoDB — документоориентированная система управления базами данных (СУБД) с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц. Классифицирована как NoSQL. Если в традиционных реляционных БД основными компонентами являются

двумерные таблицы (каждой сущности или базовому типу информации назначается таблица) с записями и полями, то в MongoDB - тематические коллекции (сущности), которые состоят из документов, включающих в себя набор текстовых полей в формате JSON, т.е. пар "ключ-значение".

В MongoDB применяется бессхемная организация неструктурированных или слабоструктурированных данных, т.е. организация, не требующая описания схемы базы данных. Этот способ организации данных не предназначен для того, чтобы связывать документы с данными одной коллекции с документами, содержащими данные, другой коллекции через ключевые поля. В MongoDB нет собственных средств создания отношений между коллекциями и документами[2].

Документоориентированная СУБД MongoDB предназначена для хранения данных в документах коллекций в формате JSON (как обычный текст), которые не имеют четкой структуры и предназначены для хранения любого типа данных. Такой формат и организация хранения данных в СУБД MongoDB обеспечивает оперативную обработку данных, их запись и вывод результатов. Таким образом, MongoDB отлично подходит для работы с нереляционными данными.

Отсюда следует, что MongoDB хорошо работает с наборами данных (коллекциями и документами), которые не связаны между собой, и ее можно использовать для создания Web-приложений, обеспечивающих высокую производительность и неограниченное горизонтальное масштабирование коллекций данных.

Результат работы разработанного приложения. Скриншоты работы с описанием того, что изображено на рисунках.

### **JavaScript.**

## **3.2 Библиотеки и инструменты, используемые сайтом для реализации модели прогнозирования рынка сельскохозяйственных культур.**

**Python.** Современные методы прогнозирования в области сельского хозяйства требуют обширной работы с данными, а Python имеет множество библиотек и инструментов, которые позволяют работать с данными и создавать модели прогнозирования.

Для начала работы вам нужно собрать данные о рынке сельскохозяйственной продукции: цены на продукты, урожайность, данные о погоде и т.д. Для работы с данными в Python мы можем использовать библиотеки, такие как Pandas, которые позволяют загружать, обрабатывать и анализировать данные. Ее я и использовал.

Затем нужно было использовать различные алгоритмы машинного обучения для построения моделей прогнозирования. В Python есть множество

ство библиотек для машинного обучения, таких как Scikit-learn и TensorFlow, которые предоставляют реализации различных алгоритмов, таких как линейная регрессия, случайный лес и нейронные сети. Scikit-learn предоставляет реализацию множественной линейной регрессии, которая позволяет предсказывать зависимую переменную на основе нескольких независимых переменных. Мы можем использовать эту модель для прогнозирования цен на сельскохозяйственную продукцию.

Кроме того, мы можем использовать библиотеки визуализации данных, такие как Matplotlib и Seaborn, чтобы создавать графики и диаграммы, которые помогут вам понять данные и результаты модели множественной линейной регрессии.[3].

Наконец, для развертывания модели множественной линейной регрессии вы можете использовать различные средства, такие как модуль Python-shell, для создания веб-приложений, которые будут использовать вашу модель для прогнозирования цен на сельскохозяйственную продукцию. С помощью интеграции Python и JavaScript пользователи сайта могут получать прогнозы урожайности сельскохозяйственных культур, основанные на актуальных данных и научных моделях, что позволяет оптимизировать производство и планирование на сельскохозяйственных предприятиях.

В целом, Python предоставляет мощные инструменты для работы с данными и создания моделей множественной линейной регрессии, что делает его отличным выбором для дипломного проекта на тему "Модели и средства прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции".

**Express.** Express - это популярный фреймворк для Node.js, который предоставляет различные инструменты и функции для создания веб-приложений. Если вы разрабатываете сайт на Node.js, то использование Express может значительно упростить вашу работу и ускорить разработку.[4]

**Mongoose.** Mongoose - это библиотека для Node.js, которая предоставляет удобный интерфейс для работы с MongoDB, одной из популярных NoSQL баз данных. Mongoose позволяет создавать схемы (модели) данных, выполнять CRUD-операции (create, read, update, delete) и выполнять другие операции с базой данных.[5]

### 3.3 Разработка модуля пользовательского интерфейса.

toDDDDo

### 3.4 Вывод

В результате дипломного проектирования был разработан ..., который отвечает всем требованиям и решает весь перечень задач, поставленных перед ним, а именно:

—  
—  
—  
—  
—

# **4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

## **4.1 Описание функций, назначения и потенциальных пользователей ПО**

Сфера применения программной системы прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции ориентирована на большое количество людей, которые систематически занимаются в развитии сельским хозяйством, а так же на предприятия, которые могут быстрее находить клиентов с помощью данной системы, прогнозируя для них урожайность и на основании этих данных рассчёт затрат и необходимых действий, которые могут предпринять заказчики.

Данное программное обеспечение позволяет качественно и удобно, а в современном мире это крайне важно, прогнозировать урожайность года.

## **4.2 Расчет затрат на разработку ПО**

Расчет затрат на разработку ПО в данном случае будет состоять из следующих пунктов:

- затраты на основную заработную плату разработчиков;
- затраты на дополнительную заработную плату разработчиков;
- отчисления на социальные нужды;
- прочие затраты (амortизационные отчисления, расходы на электроэнергию, командировочные расходы, арендная плата за офисные помещения и оборудование, расходы на управление и реализацию и т.п.).

1. Затраты на основную заработную плату команды разработчиков. Основная заработная плата исполнителей проекта определяется по формуле:

$$Z_0 = K_{\text{пр}} \cdot \sum_{i=1}^n Z_{\text{ч}_i} \cdot t_i, \quad (4.1)$$

где  $n$  – количество исполнителей, занятых разработкой конкретного ПО;  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент премий (1,5);

$Z_{\text{ч}_i}$  – часовая заработная плата  $i$ -го исполнителя (руб.);

$t_i$  – трудоемкость работ, выполняемых  $i$ -м исполнителем (ч).

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 4.1.

2. Затраты на дополнительную заработную плату команды разработчиков включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде

Таблица 4.1 – Расчет основной заработной платы

№	Участник команды	Вид выполняемой работы	Месячная заработка, руб.	Часовая заработка, руб.	Трудоемкость работ, ч.	Зарплата по тарифу, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	Ведущий разработчик	Планирование проектных событий и разработка	3700	22,02	252	5550
2	Бизнес-аналитик	Анализ предполагаемого решения, поиск недостатков	2500	14,88	56	833,28
3	Дизайнер	Проектирование удобного дизайна для разрабатывающей системы	2000	11,9	56	666,4
4	Инженер-программист	Разработка	2500	14,88	504	7499,52
5	Тестировщик	Тестирование	2000	11,9	56	666,4
Премия(20%)						3042,93
Итого затраты на основную заработную плату разработчиков						18257,57

(оплата трудовых отпусков, льготных часов, времени выполнения государственных обязанностей и других выплат, не связанных с основной деятельностью исполнителей), и определяется по формуле:

$$Z_d = \frac{Z_o \cdot H_d}{100}, \quad (4.2)$$

где  $H_d$  – норматив дополнительной заработной платы(20 %);

$Z_o$  – затраты на основную заработную плату, (руб.);

Дополнительная заработная плата составит:

$$Z_d = \frac{18257,57 \cdot 20}{100} = 3651,514 \text{ руб.}$$

3. Отчисления в фонд социальной защиты и обязательного страхования (в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование)

определяются в соответствии с действующими законодательными актами по формуле:

$$P_{\text{соц}} = \frac{(Z_o + Z_d) \cdot H_{\text{соц}}}{100}, \quad (4.3)$$

где  $H_{\text{соц}}$  – норматив отчислений в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование (34,6 %).

$$P_{\text{соц}} = \frac{(18257,57 + 3651,514) \cdot 34,6}{100} = 7580,54 \text{ руб.}$$

4. Прочие затраты включаются в себестоимость разработки ПО в процентах от затрат на основную заработную плату команды разработчиков (табл.2.1) по формуле:

$$P_{\text{пр}} = \frac{Z_o \cdot H_{\text{пр}}}{100}, \quad (4.4)$$

где  $H_{\text{пр}}$  – норматив прочих расходов (40 %).

$$P_{\text{пр}} = \frac{18257,57 \cdot 40}{100} = 7303,028 \text{ руб.}$$

5. Полная сумма затрат на разработку программного обеспечения находится путем суммирования всех рассчитанных статей затрат 4.2.

$$Z_p = Z_o + Z_d + P_{\text{соц}} + P_{\text{пр}} \quad (4.5)$$

6. Плановая прибыль, включаемая в цену программного средства вычисляется по формуле:

$$\Pi_{\text{п.с.}} = \frac{Z_p \cdot P_{\text{п.с.}}}{100}, \quad (4.6)$$

где  $Z_p$  – затраты на разработку программного средства, р.;

$P_{\text{п.с.}}$  – рентабельность затрат на разработку программного средства (40%)

$$\Pi_{\text{п.с.}} = \frac{36792,65 \cdot 40}{100} = 14717,06 \text{ руб.}, \quad (4.7)$$

7. Отпускная цена программного средства:

$$Ц_{\text{п.с.}} = Z_p + \Pi_{\text{п.с.}}, \quad (4.8)$$

Таблица 4.2 – Затраты на разработку программного обеспечения

Наименование статьи затрат	Расчёт по формуле / ссылка на таблицу	Сумма, руб.
Основная заработка плата команды разработчиков	Табл. 4.1	18257,57
Дополнительная заработка плата команды разработчиков	Формула (4.2)	3651,514
Отчисления в фонд социальной защиты и обязательного страхования	Формула (4.3)	7580,54
Прочие расходы	Формула (4.4)	7303,028
Общая сумма затрат на разработку	Формула (4.5)	36792,65
Плановая прибыль, включаемая в цену программного средства	Формула (4.7)	14717,06
Отпускная цена программного средства	Формула (4.8)	51509,71

### 4.3 Экономический эффект от продажи программного обеспечения

Экономический эффект для данного программного обеспечения рассчитывается исходя из условия, что программное обеспечение разрабатывалось по индивидуальному заказу. Программное средство будет реализовываться по отпускной цене, сформированной на основе затрат на разработку. Экономический эффект, полученный организацией-разработчиком, в виде прироста чистой прибыли от его разработки, определяется по формуле:

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Pi_{\text{п.с.}} \cdot \left(1 - \frac{H_{\text{п}}}{100}\right) \quad (4.9)$$

где  $H_{\text{п}}$  – ставка налога на прибыль;  $\Pi_{\text{п.с.}}$  – прибыль, включаемая в цену программного средства (руб.).

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = 14717,06 \cdot 1 = 14717,06 \quad (4.10)$$

### 4.4 Расчет показателей эффективности инвестиций в разработку ПО

Рентабельность инвестиций ( $P_i$ ) рассчитывается по формуле:

$$P_u = \frac{\Delta\Pi_{\text{ч}}}{Z_p} \cdot 100\% \quad (4.11)$$

где  $\Pi_{\text{ч}}$  – результат (экономический эффект – прибыль или чистая прибыль), полученный в году  $t$ , руб.;

$Z_p$  – затраты (инвестиции) (затраты на разработку (модернизацию) или на приобретение и внедрение ПО) в году  $t$ , руб.

$$P_u = \frac{14717,06}{36792,65} \cdot 100\% = 40\%,$$

Как видно выше, рассчитанный уровень рентабельности инвестиций составляет 40%.

#### 4.5 Вывод

В результате технико-экономического обоснования разработки программной системы прогнозирования рынка сельскохозяйственной продукции получены следующие значения показателей эффективности:

- затраты на разработку составляют 36792,65 руб.;
- чистая прибыль составляет 14717,06 руб.;
- рентабельность инвестиций составляет 40 %.

Таким образом, разработка и применение программного продукта является эффективной и данные инвестиции осуществлять целесообразно[6].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты следует излагать в форме констатации фактов, используя слова: «изучены», «исследованы», «сформулированы», «показано», «разработана», «предложена», «подготовлены», «изготовлена», «испытана» и т. п.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Introduction to Node.js concepts [Electronic resource]. — Mode of access: <https://nodejs.org/ru>. — Дата доступа: 18.05.2023.
- [2] База данных NoSQL - MongoDB [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mongodb.com/atlas/database>. — Дата доступа: 2023.04.18.
- [3] Язык программирования - Python[Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pypi.org/project/pypsrr/>. — Дата доступа: 2023.04.18.
- [4] библиотека для Node.js - Mongoose [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mongoosejs.com/docs/>. — Дата доступа: 2023.04.18.
- [5] веб-фреймворк для приложений Node.js - Express [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://expressjs.com/ru/>. — Дата доступа: 2023.04.18.
- [6] Экономика проектных решений: методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов / В. Г. Горовой, А. А. Горюшкин, А. В. Грицай, В. А. Пархименко. — Минск : БГУИР, 2021.
- [7] Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://refor.by/ru>. — Дата доступа: 29.04.2023.
- [8] Данковцева, Е. А. Сельское хозяйство - продовольственная безопасность / Е. А. Данковцева. — Сельское хозяйство - продовольственная безопасность страны, 2017. — 66 Р.
- [9] Самыгин, Д. Ю. Модели сценарного прогнозирования развития сельского хозяйства региона / Д. Ю. Самыгин. — Модели сценарного прогнозирования развития сельского хозяйства региона, 2019. — 879 Р.
- [10] Проектирование пользовательского интерфейса [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://studbooks.net/2024713/informatika/proektirovanie\\_polzovatelskogo\\_interfeysa](https://studbooks.net/2024713/informatika/proektirovanie_polzovatelskogo_interfeysa). — Дата доступа: 29.04.2023.
- [11] Захарченко, В. Е. Организация интерфейса между АСУТП и MES / ERP-системами в распределённой среде предприятия / В. Е. Захарченко. — № 4. — Мир компьютерной автоматизации, 2005. — с. 20–22.
- [12] Реляционная база данных [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.yaklass.ru/materiali?mode=cht&chtid=511>. — Дата доступа: 14.04.2023.

[13] Документная база данных [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/nosql/document/>. — Дата доступа: 14.04.2023.

[14] Corba [Electronic resource]. — Mode of access: [http://www.omg.org/corba/omg\\_idl.htm](http://www.omg.org/corba/omg_idl.htm). — Date of access: 25.03.2018.

[15] Pdl [Electronic resource]. — Mode of access: <http://www.agat.by/products/defence-products/technology/pdl/>. — Date of access: 25.03.2018.

[16] Протокол OAuth [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/intersystems/blog/466699/>. — Дата доступа: 14.04.2023.