

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПЛАН РАБОТЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ	4
1.1 Изучение структуры предприятия	4
1.2 Изучение должностных инструкций работников подразделения	5
1.3 Обзор задач, решаемых подразделением	7
1.4 Обзор используемых технических средств на предприятии	8
1.5 Выполнение задач на предприятии	11
2. ПЛАН ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ	12
2.1 Анализ существующих решений. Описание достоинств и недостатков	12
2.2 Постановка задачи и описание функций разрабатываемой системы	14
2.3 Выбор средств реализации	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	18
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	19
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	20

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

ВВЕДЕНИЕ

Современная медицина всё больше полагается на технологии искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения точности и скорости диагностики заболеваний. Одной из ключевых задач в этой области является автоматизированное распознавание патологий на основе медицинских изображений, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ). МРТ-снимки предоставляют детальную информацию о внутренних структурах организма, что делает их незаменимыми для диагностики широкого спектра заболеваний, включая опухоли, воспаления и дегенеративные изменения. Однако анализ таких изображений требует значительных временных затрат и высокой квалификации врачей-рентгенологов. В связи с этим возникает необходимость в разработке автоматизированных систем, способных ускорить процесс диагностики и повысить её точность.

Разработка веб-сервиса для распознавания медицинских патологий на основе МРТ-снимков представляет собой актуальную задачу, которая объединяет современные технологии машинного обучения, веб-разработки и медицинской диагностики. Основная цель проекта – создание системы, которая позволит врачам и пациентам быстро и точно анализировать медицинские изображения, выявлять патологии и получать рекомендации по дальнейшим действиям. Такой сервис не только сократит время диагностики, но и снизит нагрузку на медицинский персонал, что особенно важно в условиях растущего спроса на медицинские услуги.

Актуальность разработки подобного веб-сервиса обусловлена несколькими факторами. Во-первых, рост количества медицинских данных, включая МРТ-снимки, требует автоматизации процессов их анализа. Во-вторых, развитие технологий машинного обучения, таких как глубокие нейронные сети, позволяет достичь высокой точности в распознавании патологий, сравнимой с экспертами-врачами. В-третьих, веб-сервисы предоставляют удобный и доступный способ взаимодействия с медицинскими данными, что делает их идеальным решением для интеграции в современные медицинские системы.

Разрабатываемый веб-сервис станет важным инструментом для улучшения качества медицинской диагностики. Он позволит врачам быстрее и точнее выявлять патологии, что в конечном итоге приведёт к улучшению качества лечения пациентов. Кроме того, система будет способствовать снижению нагрузки на медицинский персонал и повышению эффективности работы медицинских учреждений. Внедрение таких технологий в медицинскую практику открывает новые возможности для развития персонализированной медицины и улучшения качества жизни пациентов.

Таким образом, разработка веб-сервиса для распознавания медицинских патологий на основе МРТ-снимков является важным шагом в направлении автоматизации медицинской диагностики. Этот проект объединяет передовые технологии машинного обучения и веб-разработки, что делает его актуальным и перспективным решением для современной медицины.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1 Изучение структуры предприятия

Организационная структура - это схема, отражающая иерархию управления и взаимосвязи между различными подразделениями и должностями внутри организации. Она показывает, как устроено управление компанией, кто кому подчиняется, какие подразделения существуют и как они взаимодействуют. Это "скелет" организации, определяющий ее формальные коммуникации и потоки информации.

Организационная структура ОАО «Савушкин продукт»

ОАО «Савушкин продукт» представляет собой крупное производственное объединение, включающее 6 высокотехнологичных производственных площадок, расположенных в Бресте, Пинске, Столине, Берёзе, Ивацевичах и Барановичах. Организационная структура предприятия построена по территориально-производственному принципу.

Во главе предприятия стоит генеральный директор, которому подчиняются несколько заместителей по различным направлениям деятельности. Каждое функциональное направление представлено отдельным подразделением, а именно:

- Производственный департамент;
- Финансовое управление;
- Отдел сбыта и маркетинга;
- Отдел информационных технологий;
- Юридический отдел;
- Отдел кадров.

Внутри этих крупных подразделений выделены дополнительные структурные единицы, такие как секторы, группы, бюро. Управление предприятием осуществляется через головной офис, расположенный в Бресте. В структуру управления также входят:

- Совет директоров
- Генеральная дирекция
- Производственная дирекция
- Коммерческая дирекция
- Финансовая дирекция
- Служба качества
- Техническая дирекция

Товаропроводящая сеть компании включает 6 торговых филиалов в Беларуси (Минск, Гомель, Витебск, Могилёв, Гродно, Брест) и торговый дом в Москве. Каждый филиал имеет собственную структуру управления, подчиняющуюся головному офису.

Производственные площадки имеют следующие основные подразделения:

- Производственные цеха
- Лаборатории контроля качества
- Складские комплексы
- Инженерно-технические службы
- Административно-хозяйственные отделы

Все производственные площадки сертифицированы по международным стандартам СТБ ISO 9001-2015, ISO 14001, ISO 45001 и FSSC 22000, что определяет высокий

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

уровень организации производственных и управленческих процессов.

Функциональная структура ОАО «Савушкин продукт»

Функциональная структура - это способ организации деятельности предприятия, при котором каждое подразделение специализируется на выполнении определенных функций или задач. Она ориентирована на специализацию и разделение труда, что позволяет повысить профессионализм сотрудников и эффективность выполнения отдельных операций и процессов.

Основные преимущества функциональной структуры ОАО «Савушкин продукт»:

- Высокая компетентность сотрудников в своей области;
- Четкое распределение ответственности;
- Возможность контроля качества работ;
- Оперативность решения узких, специализированных задач.

Функциональная структура на ОАО «Савушкин продукт» имеет следующее распределение задач и ответственности:

- Производственный департамент отвечает за организацию и управление производственными процессами на предприятии;
- Финансовое управление занимается финансовым планированием, учетом и контролем;
- Отдел сбыта и маркетинга отвечает за продвижение продукции и взаимодействие с клиентами;
- Отдел информационных технологий разрабатывает и внедряет информационные системы, а также обеспечивает техническую поддержку;
- Юридический отдел осуществляет правовое сопровождение деятельности предприятия;
- Отдел кадров занимается управлением персоналом.

В составе технической дирекции функционирует Бюро перспективных разработок, выполняющее стратегическую функцию по поиску, разработке и внедрению инноваций. К основным задачам Бюро относится разработка и поддержка инновационных инструментов управления предприятием, создание систем описания технологических процессов, изучение новых технологий для повышения эффективности производства.

Взаимосвязь организационной и функциональной структур

Таким образом, организационная структура определяет иерархию управления, а функциональная - распределение задач и ответственности между различными подразделениями ОАО «Савушкин продукт». Предприятие построено по принципу вертикальной интеграции с четким распределением функций между подразделениями и эффективной системой управления, что обеспечивает успешное функционирование предприятия как единого производственного комплекса.

1.2 Изучение должностных инструкций работников подразделения

В процессе прохождения практики в компании ООО «Савушкин продукт» одной из важных задач являлось изучение должностных инструкций работников подразделения. Ознакомление с данными документами позволяет понять функциональные обязанности,

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

права, ответственность и квалификационные требования к сотрудникам, что способствует более эффективному вхождению в рабочий процесс. Должностные инструкции играют важную роль в организации труда и обеспечении выполнения поставленных задач.

Подразделение, в котором проходила практика, — бюро перспективных разработок, занимается автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП). Основными задачами отдела являются:

- Разработка, внедрение и сопровождение АСУТП на предприятии;
- Обслуживание программного обеспечения для автоматизации технологических процессов;
- Диагностика и устранение неисправностей в программном обеспечении;
- Обеспечение информационной безопасности систем управления;
- Техническая поддержка пользователей АСУТП.

В подразделении работают следующие категории сотрудников:

- Руководитель отдела программирования;
- Программисты АСУТП;
- Инженеры по автоматизации;
- Системные администраторы АСУТП.

В ходе изучения были рассмотрены должностные инструкции следующих работников:

- Руководителя отдела программирования;
- Программиста АСУТП;
- Инженера по автоматизации.

Руководитель отдела программирования отвечает за организацию работы отдела, распределение задач между сотрудниками, контроль выполнения поставленных задач, обеспечение соблюдения политики информационной безопасности и взаимодействие с другими подразделениями предприятия.

Программист АСУТП занимается разработкой программного обеспечения для автоматизации технологических процессов, написанием программ для контроллеров, тестированием программного обеспечения и его внедрением в производственные процессы. Основные обязанности программиста АСУТП включают:

- Разработка алгоритмов управления технологическими процессами;
- Программирование контроллеров
- Тестирование программного обеспечения;
- Ведение технической документации;
- Поддержка и обслуживание программного обеспечения АСУТП.

Инженер по автоматизации отвечает за настройку и наладку оборудования АСУТП, интеграцию программного обеспечения с аппаратной частью и проведение диагностики систем. Его обязанности включают:

- Настройку контроллеров и интерфейсов;
- Монтаж и обслуживание датчиков и исполнительных механизмов;
- Тестирование систем автоматизации;
- Взаимодействие с программистами для устранения ошибок;
- Подготовку технической документации.

Должностные инструкции являются основой для распределения обязанностей между сотрудниками, что позволяет четко определить сферу ответственности каждого работника. Они способствуют соблюдению трудовой дисциплины, помогают избежать дублирования функций и обеспечивают контроль качества выполняемой работы.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

На практике инструкции помогают оперативно решать возникающие задачи, так как каждый сотрудник знает свои обязанности и зону ответственности.

1.3 Обзор задач, решаемых подразделением

На ОАО «Савушкин продукт», можно отметить следующее распределение задач и ответственности:

- Производство продукции: выпуск молочных товаров (йогурты, сыры, творог, молоко).
- Контроль качества и безопасность: соблюдение строгих стандартов.
- Логистика и снабжение: управление цепочками поставок сырья и готовой продукции.
- Инновации: внедрение новых технологий и разработка продуктов.
- Экология и устойчивое развитие: минимизация экологического следа.
- Социальная ответственность: поддержка местных сообществ и сотрудников.

Производственные задачи:

- Оптимизация производственных процессов. Подразделение решает задачи повышения эффективности линий, снижения энергозатрат и увеличения объемов выпуска. Например, автоматизация упаковки позволила сократить время обработки заказов на 15

- Расширение ассортимента. Разработка новых продуктов, таких как линейки органических йогуртов или безлактозных сыров, отвечает запросам рынка. В 2023 году брестский филиал запустил производство сыра с пробиотиками, что стало ответом на тренд здорового питания.

- Соблюдение стандартов. Производство соответствует требованиям ISO, HACCP и белорусским ГОСТам, что критически важно для экспорта в ЕАЭС и другие страны.

Контроль качества и безопасность:

- Многоуровневый контроль. Каждая партия проходит лабораторные испытания на микробиологические и физико-химические показатели. Внедрена система отслеживания сырья от поставщика до прилавка.

- Работа с рекламациями. Подразделение оперативно реагирует на обратная связь от потребителей, анализируя причины дефектов и корректируя процессы.

- Сертификация. Поддержка международных сертификатов (например, Halal, Organic) расширяет возможности экспорта.

Логистика и снабжение:

- Управление поставками сырья. Сотрудничество с местными фермерскими хозяйствами обеспечивает стабильность поставок молока-сырья. Внедрена цифровая платформа для прогнозирования спроса.

- Дистрибуция готовой продукции. Оптимизация маршрутов доставки снизила логистические издержки на 10

- Складское хозяйство. Использование систем WMS (Warehouse Management System) повысило точность учета и скорость отгрузки.

Инновации и развитие:

- Внедрение технологий. На заводе в Бресте используются роботизированные ли-

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

нии розлива, IoT-датчики для мониторинга оборудования.

- Исследования и разработки. Локальный RD-центр тестирует новые рецептуры, например, растительно-молочные гибриды для веганского рынка.

- Цифровизация. Внедрение ERP-системы интегрировало производство, логистику и финансы, сократив время согласований.

Экологическая ответственность:

- Снижение отходов. Переход на биоразлагаемую упаковку и переработка 95

- Энергоэффективность. Установка солнечных панелей и рекуперация тепла от оборудования сократили углеродный след на 20

- Водопользование. Система замкнутого цикла очистки воды уменьшила ее потребление на 30

Социальные инициативы:

- Поддержка сотрудников. Программы обучения, медицинское страхование, корпоративный детский сад.

- Участие в жизни региона. Спонсорство школ, экологические акции (посадка деревьев), продовольственная помощь нуждающимся.

- Развитие местной экономики. Закупки сырья у брестских фермеров создают рабочие места в регионе.

Брестское подразделение ОАО «Савушкин продукт» решает комплекс задач, направленных на укрепление позиций компании как локального и международного игрока. Через инновации, качество и ответственность подразделение вносит вклад в устойчивое развитие бизнеса и общества. Дальнейшие цели включают углубление цифровизации, расширение экспорта и усиление экологических инициатив, что соответствует глобальным трендам и стратегии компании.

1.4 Обзор используемых технических средств на предприятии

На предприятии ”Савушкин” в рамках автоматизации производственных процессов используется комплексная система автоматизации, состоящая из программного комплекса SCADA, программно-технического управляющего комплекса PTUSA и инструмента проектирования EasyEPLANner. Бюро перспективных разработок активно участвует в развитии и совершенствовании этих систем.

Рассмотрим аппаратное обеспечение, используемое на предприятии. Основу системы управления составляют программируемые логические контроллеры Phoenix Contact PLCnext серии AXC F 2152 и контроллеры WAGO PFC200, обеспечивающие гибкую платформу для реализации систем управления. Также используются промышленные компьютеры с операционными системами Linux для выполнения программы управления ptusa_main и различные модули ввода-вывода для подключения датчиков и исполнительных механизмов.

Для контроля технологических процессов применяются различные датчики: температуры, давления, расходомеры для измерения объемов перекачиваемых продуктов, уровнемеры для контроля наполнения емкостей. Управление потоками осуществляется с помощью клапанов и задвижек с электроприводами, а для управления электродвигателями

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

насосов и мешалок используются частотные преобразователи.

Сетевая инфраструктура предприятия включает промышленные коммутаторы для организации сети Ethernet, преобразователи интерфейсов для подключения устройств с различными протоколами связи и оптоволоконные линии связи для обеспечения надежной передачи данных между удаленными участками. Серверное оборудование представлено серверами для размещения SCADA-системы и баз данных, рабочими станциями операторов для мониторинга и управления технологическими процессами, а также системами резервного копирования для обеспечения сохранности данных.

Программное обеспечение предприятия включает несколько ключевых компонентов. Программный комплекс SCADA состоит из серверной части EasyServer для обработки и хранения данных, клиентской части Monitor для визуализации и управления технологическими процессами, редактора конфигурации базы данных DBXmlEditor и ряда вспомогательных библиотек: buglog.dll для ведения журнала ошибок, ConnectionLog.dll для регистрации подключений, MSUniServ.dll для универсального сервиса, ClientPLog.dll и ClientTLog.dll для ведения журналов, PGPropServ.dll и propservice.dll для работы с параметрами.

Система управления PTUSA включает основную программу управления ptusa_main, непосредственно контролирующую технологические процессы, скрипты на языке Lua для реализации логики управления технологическими объектами и модульную архитектуру программного обеспечения, обеспечивающую гибкость и масштабируемость системы.

Важным компонентом системы автоматизации является EasyEPLANner – дополнение (Add-In) для EPLAN Electric P8 версии 2.9, представляющее собой инструмент для автоматизации проектирования систем управления. EasyEPLANner позволяет генерировать Lua-скрипты для программирования контроллеров Phoenix Contact PLCnext и WAGO PFC200, а также предоставляет средства для описания технологических объектов, операций, шагов и ограничений.

Для разработки компонентов системы используются различные средства: Delphi (версии 11.3 или 12.2) для разработки компонентов SCADA-системы, C# для разработки EasyEPLANner, CMake для организации процесса сборки проекта PTUSA, Qt Creator и Microsoft Visual Studio для разработки и отладки программного обеспечения, PLCnext Technology C++ Toolchain для разработки под контроллеры Phoenix Contact. Система контроля версий Git используется для управления изменениями в программном коде, GitHub Actions – для непрерывной интеграции и автоматизированного тестирования, а SonarCloud – для анализа качества кода.

Для разработки SCADA применяются компоненты DevExpress (библиотека для создания пользовательского интерфейса), EControl SyntaxEditor (компонент для редактирования кода), Advantage Database Components (компоненты для работы с базами данных), oXml (библиотека для работы с XML), Embarcadero Sockets Components (компоненты для сетевого взаимодействия), Borland Database Engine (система управления базами данных) и QuickLogger (компонент для ведения журналов).

Тестирование системы осуществляется с помощью DUnit Tests для модульного тестирования компонентов SCADA, автоматизированного тестирования с использованием GitHub Actions для PTUSA и EasyEPLANner, а также анализа покрытия кода с помощью Codecov и SonarCloud для контроля качества тестирования.

Архитектура системы управления имеет многоуровневую структуру автоматизированной системы управления технологическими процессами, распределенную систему управления для повышения надежности и гибкости, а также интеграцию SCADA, PTUSA

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и EasyEPLANner для обеспечения комплексного подхода к автоматизации.

Принцип работы программы управления PTUSA основан на выполнении технологического процесса через последовательное выполнение операций для каждого технологического объекта, иерархической структуре управления (технологические объекты → операции → шаги → действия) и событийно-ориентированной модели для обработки команд и изменений режимов работы.

Взаимодействие компонентов SCADA построено на клиент-серверной архитектуре с центральным сервером EasyServer, системе мониторинга через клиентское приложение Monitor, хранении данных в реляционной базе данных с возможностью резервного копирования и обмену данными через специализированные библиотеки и сервисы.

EasyEPLANner играет важную роль в процессе проектирования, обеспечивая автоматизацию проектирования электрических схем в EPLAN Electric P8, описание технологических объектов и их свойств, генерацию Lua-кода для программирования контроллеров и сокращение трудозатрат инженеров-автоматизаторов и программистов.

Система автоматизации предприятия обладает широкими функциональными возможностями: визуализация технологических процессов в реальном времени, управление рецептурами и партиями продукции, система учета энергоресурсов для оптимизации энергопотребления, гибкая настройка алгоритмов управления с помощью скриптов Lua, ведение журналов и отчетов для документирования производственных процессов, автоматизированное проектирование с помощью EasyEPLANner.

Преимущества собственной разработки системы автоматизации включают адаптацию под специфические требования производства молочной продукции, оперативное внесение изменений в алгоритмы управления, независимость от сторонних разработчиков SCADA-систем, оптимизацию затрат на внедрение и поддержку системы автоматизации, возможность глубокой интеграции различных компонентов системы и открытый исходный код для EasyEPLANner, обеспечивающий прозрачность и возможность модификации.

Перспективы развития системы автоматизации предприятия включают расширение функциональности системы управления, интеграцию с системами машинного обучения для предиктивной аналитики, разработку цифровых двойников технологических процессов для моделирования и оптимизации, внедрение технологий промышленного интернета вещей (IIoT) для сбора и анализа данных, а также совершенствование EasyEPLANner для поддержки новых типов контроллеров и технологических объектов.

Внедрение и постоянное совершенствование собственной системы автоматизации, состоящей из программного комплекса SCADA, программно-технического управляющего комплекса PTUSA и инструмента проектирования EasyEPLANner, позволяет предприятию "Савушкин" обеспечивать высокий уровень автоматизации производственных процессов, гибко адаптировать систему под специфические требования производства и оперативно реагировать на изменения технологических процессов. Бюро перспективных разработок активно участвует в развитии системы, внедрении новых функциональных возможностей и повышении надежности работы всего комплекса.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.5 Выполнение задач на предприятии

В рамках преддипломной практики, проходившей в течение полутора месяцев на предприятии ОАО «Савушкин продукт», был выполнен комплекс задач, направленных на изучение структуры предприятия, ознакомление с используемыми техническими средствами и программными комплексами, а также выполнение индивидуальных заданий по доработке существующих проектов.

На начальном этапе практики была изучена организационная структура предприятия ОАО «Савушкин продукт», представляющего собой крупное производственное объединение с 6 высокотехнологичными производственными площадками в различных городах Беларуси. Были рассмотрены основные подразделения предприятия. Особое внимание было уделено изучению структуры бюро перспективных разработок, занимающегося автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП).

В процессе изучения должностных инструкций работников подразделения были детально рассмотрены обязанности руководителя отдела программирования, программиста АСУТП и инженера по автоматизации. Это позволило понять распределение задач и ответственности между сотрудниками, что является основой эффективной организации труда в подразделении. Были изучены основные задачи, решаемые бюро перспективных разработок.

Значительное внимание было уделено изучению технических средств, используемых на предприятии. Были рассмотрены программируемые логические контроллеры Phoenix Contact PLCnext серии AXC F 2152 и контроллеры WAGO PFC200, промышленные компьютеры с операционными системами Linux, различные датчики (температуры, давления, расходомеры, уровнемеры), исполнительные механизмы (клапаны, задвижки с электроприводами), а также сетевая инфраструктура предприятия, включающая промышленные коммутаторы, преобразователи интерфейсов и оптоволоконные линии связи.

После ознакомления с теоретическими аспектами работы предприятия была выполнена практическая часть, включающая сборку и запуск ключевых проектов, используемых на предприятии. Был успешно собран и запущен проект ptusa_main, представляющий собой основную программу управления, непосредственно контролирующую технологические процессы. Также был собран и запущен проект EasyEPLANner – дополнение для EPLAN Electric P8, являющееся инструментом для автоматизации проектирования систем управления. Кроме того, был собран и запущен проект SCADA, включающий серверную часть EasyServer для обработки и хранения данных и клиентскую часть Monitor для визуализации и управления технологическими процессами.

После успешной сборки и запуска проектов было проведено их детальное изучение. Были рассмотрены архитектура и принципы работы программы управления PTUSA, основанные на выполнении технологического процесса через последовательное выполнение операций для каждого технологического объекта. Был изучен проект EasyEPLANner, позволяющий генерировать Lua-скрипты для программирования контроллеров и предоставляющий средства для описания технологических объектов. Также был изучен проект SCADA, построенный на клиент-серверной архитектуре с центральным сервером EasyServer и системой мониторинга через клиентское приложение Monitor.

Особое внимание было уделено изучению готового решения веб-версии SCADA, которое позволяет осуществлять мониторинг и управление технологическими процессами.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

ми через веб-интерфейс, что обеспечивает доступ к системе с различных устройств без необходимости установки специального программного обеспечения.

В рамках индивидуальных заданий были выполнены доработки существующих проектов. Для проекта SCADA было реализовано документирование модулей BDE и последующее удаление неиспользуемых модулей. Также для проекта SCADA была предложена система логирования и убраны множественные выводы окна с сообщением об одинаковых ID базы каналов. Для проекта ptusa_main был добавлен метод для виртуального пустого устройства STUB, который может быть использован заглушкой сигнала, т. к. часто проверка состояния производится вызовом данного метода.

Завершающим этапом практики стала разработка серверной части веб-версии SCADA на Java. Данная разработка направлена на создание многопоточного веб-сервера для системы мониторинга и управления технологическими процессами. Использование Rest API обеспечило взаимодействие клиента с сервером, а веб-сокеты - отправки обновлённых данных с сервера подключённым клиентам.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2. ПЛАН ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

2.1 Анализ существующих решений. Описание достоинств и недостатков

Веб-сервис для распознавания медицинских патологий на основе МРТ-снимков представляет собой сложную систему, объединяющую медицинскую диагностику, искусственный интеллект и веб-технологии. Основная цель проекта — предоставить врачам и пациентам инструмент для автоматизированного анализа медицинских изображений, что позволит ускорить процесс диагностики и повысить её точность. В рамках данной главы проводится анализ существующих решений в области автоматизированной диагностики медицинских изображений, рассматриваются их достоинства и недостатки, а также выявляются ключевые проблемы, которые необходимо решить в рамках данного проекта.

В настоящее время существует множество приложений и систем, связанных с автоматизированной диагностикой медицинских изображений, таких как МРТ, КТ и рентген. Наиболее популярные из них включают Google DeepMind Health, IBM Watson Health, Aidoc, Zebra Medical Vision, ITK-SNAP, 3D Slicer, U-Net, CheXpert и MONAI. Эти решения предлагают различные подходы к анализу медицинских изображений, начиная от классических алгоритмов обработки изображений и заканчивая современными методами машинного и глубокого обучения.

Google DeepMind Health – это платформа, которая использует глубокое обучение для анализа медицинских изображений, включая диагностику заболеваний глаз и рака. Основное преимущество DeepMind Health – высокая точность диагностики, сравнимая с экспертами-врачами. Однако система требует больших объёмов данных для обучения и значительных вычислительных ресурсов. Кроме того, интерпретируемость модели остаётся проблемой, так как врачи не всегда могут понять, на основе каких признаков модель делает выводы.

IBM Watson Health – это платформа, которая применяет машинное обучение для анализа медицинских данных, включая изображения. Основное достоинство платформы – её универсальность: она может работать с различными типами данных, включая медицинские изображения, текстовые отчёты и генетическую информацию. Однако, как и в случае с DeepMind, Watson Health требует больших объёмов данных для обучения, а её использование может быть дорогостоящим для небольших клиник.

Aidoc – это коммерческая платформа для анализа медицинских изображений на основе искусственного интеллекта. Aidoc интегрируется с системами PACS и помогает врачам в диагностике, автоматически выделяя патологии на снимках. Основное преимущество Aidoc – её готовность к использованию: платформа не требует глубоких знаний в области машинного обучения и легко интегрируется с существующими медицинскими системами. Однако Aidoc ограничена функционалом, предоставляемым разработчиками, и пользователи не могут легко модифицировать алгоритмы.

Zebra Medical Vision – это компания, предлагающая решения для автоматизированного анализа медицинских изображений, включая диагностику рака, сердечно-сосудистых заболеваний и других патологий. Zebra Medical Vision использует глубокое обучение для анализа снимков и предоставляет врачам подробные отчёты. Основное достоинство платформы – её высокая точность и возможность адаптации для различных типов патологий.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Однако, как и другие коммерческие решения, Zebra Medical Vision может быть дорогостоящим для небольших клиник, а её использование требует интеграции с существующими системами.

ITK-SNAP – это программа для сегментации медицинских изображений, которая использует классические алгоритмы для выделения областей интереса. ITK-SNAP позволяет врачам вручную настраивать параметры сегментации, что делает её полезной для исследовательских задач. Основное преимущество ITK-SNAP – её интерпретируемость: врачи могут чётко понять, какие именно признаки были использованы для диагностики. Однако программа ограничена в точности и не может автоматически улучшаться с увеличением объёма данных.

3D Slicer – это инструмент для анализа медицинских изображений, который включает в себя множество классических методов обработки. 3D Slicer позволяет врачам визуализировать и анализировать трёхмерные медицинские изображения, что делает её полезной для планирования хирургических операций. Основное достоинство 3D Slicer – её универсальность: программа поддерживает различные форматы изображений и может быть адаптирована для различных задач. Однако, как и ITK-SNAP, 3D Slicer требует ручной настройки и не может автоматически обучаться на данных.

U-Net – это архитектура свёрточной нейронной сети, разработанная для биомедицинской сегментации изображений. U-Net широко используется для анализа МРТ и КТ, показывая высокую точность в задачах сегментации. Основное преимущество U-Net – её универсальность: одна и та же архитектура может быть адаптирована для различных типов патологий и модальностей изображений. Однако U-Net требует больших объёмов данных для обучения и значительных вычислительных ресурсов.

CheXpert – это модель на основе глубокого обучения для анализа рентгеновских снимков грудной клетки. CheXpert позволяет врачам быстро и точно диагностировать заболевания лёгких, такие как пневмония и рак. Основное достоинство CheXpert – её высокая точность и возможность автоматического обучения на данных. Однако модель требует больших объёмов размеченных данных и может быть чувствительна к шуму и артефактам на снимках.

MONAI – это платформа для разработки и внедрения моделей глубокого обучения в медицинской визуализации. MONAI предоставляет инструменты для создания и обучения моделей, что делает её полезной для исследователей и разработчиков. Основное преимущество MONAI – её гибкость: платформа поддерживает различные архитектуры нейронных сетей и может быть адаптирована для различных задач. Однако MONAI требует глубоких знаний в области машинного обучения и не является готовым решением для клинического использования.

Каждое из этих приложений и систем имеет свои достоинства и недостатки. Основные различия заключаются в подходе к анализу данных (классические методы, машинное обучение, глубокое обучение), функциональности (готовые решения vs. исследовательские инструменты) и требованиях к данным и вычислительным ресурсам. Однако все они направлены на одну цель – улучшение процесса диагностики и повышение точности анализа медицинских изображений.

В отличие от существующих решений, предлагаемый веб-сервис может агрегировать в себе несколько моделей машинного обучения для распознавания медицинских патологий пациента, выбирая наиболее оптимальные подходы в зависимости от типа данных и поставленной задачи. Это позволяет повысить точность диагностики, адаптироваться к различным типам патологий и минимизировать ограничения, связанные с использова-

2.2 Постановка задачи и описание функций разрабатываемой системы

Разработка веб-сервиса для распознавания медицинских патологий на основе МРТ-снимков представляет собой сложную задачу, которая требует интеграции современных технологий машинного обучения, веб-разработки и медицинской диагностики. Основная цель проекта – создание системы, которая позволит автоматизировать процесс анализа медицинских изображений, предоставит врачам и пациентам удобный инструмент для диагностики и повысит точность выявления патологий. В данном разделе описываются основные задачи, функции и требования к разрабатываемой системе.

Основная задача разрабатываемого веб-сервиса – автоматизированное распознавание медицинских патологий на основе анализа МРТ-снимков. Система должна предоставлять врачам и пациентам возможность загружать медицинские изображения, получать результаты анализа в виде распознанных патологий и рекомендаций по дальнейшим действиям. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка модели машинного обучения:

- Создание и обучение модели на основе глубокого обучения для анализа МРТ-снимков.
- Обеспечение высокой точности распознавания патологий, сравнимой с экспертами-врачами.
- Поддержка различных типов патологий и модальностей изображений.

2. Разработка серверной части:

- Создание API для обработки запросов от клиентской части.
- Интеграция с базой данных для хранения данных пользователей, медицинских изображений и результатов анализа.
- Обеспечение безопасности и защиты данных пользователей.

3. Разработка клиентской части:

- Создание интуитивно понятного интерфейса для загрузки изображений и просмотра результатов анализа.
- Реализация интерактивных элементов, таких как формы загрузки, отображение результатов и рекомендаций.
- Поддержка различных устройств и браузеров.

4. Обеспечение безопасности и конфиденциальности:

- Реализация механизмов аутентификации и авторизации пользователей.
- Шифрование данных при передаче и хранении.
- Соблюдение нормативных требований, таких как GDPR и HIPAA.

Описание функций разрабатываемой системы:

Разрабатываемый веб-сервис будет предоставлять следующие функции:

1. Загрузка и обработка медицинских изображений:

- Пользователи (врачи или пациенты) смогут загружать МРТ-снимки в систему через веб-интерфейс.
- Система будет автоматически обрабатывать загруженные изображения, преоб-

разовывая их в формат, подходящий для анализа.

2. Анализ изображений с использованием моделей машинного обучения:

- Загруженные изображения будут передаваться в модель машинного обучения, которая проведёт анализ и выявит возможные патологии.
- Результаты анализа будут включать в себя описание выявленных патологий, их локализацию и степень тяжести.

3. Отображение результатов анализа:

- Результаты анализа будут отображаться в виде текстового описания и визуализации (например, выделение областей с патологиями на изображении).
- Пользователи смогут просматривать результаты в удобном формате и сохранять их для дальнейшего использования.

4. Генерация рекомендаций:

- На основе результатов анализа система будет предоставлять рекомендации по дальнейшим действиям (например, необходимость дополнительных исследований или консультации с узким специалистом).

5. Управление пользователями и данными:

- Система будет поддерживать регистрацию и аутентификацию пользователей (врачей и пациентов).
- Пользователи смогут просматривать историю своих запросов и результатов анализа.
- Данные пользователей и медицинские изображения будут храниться в защищённой базе данных.

6. Масштабируемость и производительность:

- Система будет разработана с учётом возможности масштабирования для обработки большого количества запросов.
- Оптимизация производительности для обеспечения быстрой обработки изображений и выдачи результатов.

7. Безопасность и конфиденциальность:

- Реализация механизмов шифрования данных при передаче и хранении.
- Соблюдение нормативных требований по защите персональных данных и медицинской информации.

Требования к системе:

1. Функциональные требования:

- Возможность загрузки и анализа МРТ-снимков.
- Поддержка различных форматов медицинских изображений.
- Генерация текстовых и визуальных результатов анализа.
- Предоставление рекомендаций на основе результатов анализа.
- Управление пользователями и данными.

2. Нефункциональные требования:

- Высокая производительность и скорость обработки запросов.
- Масштабируемость для поддержки большого количества пользователей.
- Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных.
- Совместимость с различными устройствами и браузерами.

2.3 Выбор средств реализации

Для разработки веб-сервиса распознавания медицинских патологий на основе МРТ-снимков необходимо выбрать подходящие технологии и инструменты, которые обеспечат высокую производительность, масштабируемость, безопасность и удобство использования. В данном разделе обосновывается выбор средств реализации, включая языки программирования, фреймворки, библиотеки, базы данных и другие инструменты.

В качестве основных языков программирования выбраны Java и Python для разработки серверной части и алгоритмов машинного обучения соответственно. Java обладает высокой производительностью и масштабируемостью, что важно для обработки большого количества запросов от пользователей. Богатая экосистема фреймворков и библиотек, таких как Spring Boot, упрощает разработку веб-приложений. Java-приложения кроссплатформенны, что позволяет им работать на различных операционных системах, а их надёжность и безопасность критичны для медицинских приложений. Java будет использоваться для разработки серверной части веб-сервиса, включая обработку HTTP-запросов, управление пользователями и интеграцию с базой данных. Python, в свою очередь, отличается простотой и читаемостью кода, что ускоряет разработку и тестирование. Широкая поддержка библиотек для машинного обучения и анализа данных, таких как TensorFlow, Keras и Scikit-learn, а также большое сообщество разработчиков и обширная документация делают Python идеальным выбором для разработки и обучения моделей машинного обучения, а также для обработки медицинских изображений.

В качестве основных фреймворков для разработки серверной части и моделей машинного обучения выбраны Spring Boot и TensorFlow/Keras. Spring Boot упрощает создание веб-приложений на Java, предоставляя готовые решения для работы с базами данных, аутентификации, безопасности и других задач. Поддержка RESTful API позволяет легко интегрировать сервис с другими системами, а высокая производительность и масштабируемость делают Spring Boot подходящим для разработки серверной части веб-сервиса, включая API для взаимодействия с клиентской частью и базой данных. TensorFlow – одна из самых популярных библиотек для машинного обучения, поддерживающая глубокое обучение и работу с большими объёмами данных. Keras, как высокоуровневый API для TensorFlow, упрощает создание и обучение нейронных сетей, а поддержка GPU ускоряет обучение моделей. TensorFlow и Keras будут использоваться для разработки и обучения моделей распознавания патологий на МРТ-снимках.

Для хранения данных пользователей, медицинских изображений и результатов анализа выбрана система управления базами данных MySQL. MySQL обладает надёжностью и стабильностью, являясь одной из самых популярных СУБД с многолетней историей. Поддержка транзакций и ACID-свойств обеспечивает целостность данных, а хорошая интеграция с Java и Spring Boot упрощает разработку. MySQL поддерживает большие объёмы данных и может быть настроена для работы в кластере, что делает её подходящей для хранения данных пользователей, информации о медицинских изображениях и результатах анализа.

Для разработки клиентской части веб-сервиса выбраны HTML, CSS, JavaScript и FreeMarker. HTML и CSS – стандартные технологии для создания веб-страниц, которые поддерживаются всеми современными браузерами. Их простота в использовании и широкие возможности позволяют создавать интуитивно понятный интерфейс. JavaScript

позволяет создавать интерактивные элементы на веб-страницах, такие как формы загрузки изображений и отображение результатов анализа. Широкая поддержка библиотек и фреймворков, таких как React или Vue.js, делает JavaScript подходящим для реализации динамических элементов на стороне клиента. FreeMarker – шаблонизатор для Java, который позволяет динамически генерировать HTML-страницы на сервере. Его простота интеграции с Spring Boot и поддержка сложной логики отображения данных делают FreeMarker идеальным для генерации HTML-страниц на основе данных, полученных от сервера.

В качестве дополнительного инструмента для упрощения разработки выбран Git. Git – система контроля версий, которая позволяет отслеживать изменения в коде и сотрудничать с другими разработчиками. Поддержка ветвления и слияния упрощает разработку новых функций, а управление исходным кодом проекта становится более эффективным.

Выбор средств реализации был сделан с учётом требований к производительности, масштабируемости, безопасности и удобству разработки. Java и Spring Boot обеспечивают надёжную основу для серверной части, Python и TensorFlow/Keras – мощные инструменты для машинного обучения, а MySQL – стабильную и масштабируемую базу данных. Клиентская часть, реализованная на HTML, CSS, JavaScript и FreeMarker, обеспечивает интуитивно понятный интерфейс для пользователей. В совокупности эти технологии позволяют создать современный и эффективный веб-сервис для распознавания медицинских патологий.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе прохождения преддипломной практики на предприятии ОАО «Савушкин продукт» в бюро перспективных разработок были успешно выполнены все поставленные задачи и получен ценный практический опыт.

В процессе практики были изучены:

1. Организационная и функциональная структура предприятия
2. Должностные инструкции сотрудников бюро перспективных разработок
3. Основные задачи и направления деятельности подразделения
4. Технические средства и программное обеспечение, используемые на предприятии

В рамках практической работы были выполнены следующие задачи:

1. Сборка и запуск основных проектов предприятия: ptusa_main, EasyEPLANner и SCADA.
2. Изучение архитектуры и принципов работы программных комплексов.
3. Доработка проекта SCADA в части документирования модулей BDE и последующее удаление неиспользуемых модулей, предложена система логирования.
4. Для проекта ptusa_main добавлен метод для виртуального пустого устройства STUB, который может быть использован заглушкой.
5. Разработка серверной части веб-версии SCADA на Java, используя Spring Web и веб-сокеты.

В процессе выполнения индивидуального задания был проведен анализ существующих платформ по распознаванию медицинских патологий пациента, сформулированы требования к разрабатываемой системе и выбраны оптимальные технологии для ее реализации. Разработанная концепция веб-сервиса представляет собой комплексное решение, которое объединяет передовые технологии для автоматизации процесса анализа медицинских изображений. Он способен значительно улучшить качество диагностики, сократить время обработки данных и снизить нагрузку на медицинский персонал. Внедрение подобных систем в медицинскую практику открывает новые возможности для развития персонализированной медицины и улучшения качества жизни пациентов.

Практика позволила получить ценный опыт работы с современными технологиями веб-разработки, промышленными системами автоматизации и методами организации командной работы над крупными проектами. Полученные знания и навыки будут использованы при дальнейшей разработке дипломного проекта.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

API	– Application Programming Interface (интерфейс программирования приложений).
БД	– База данных.
SCADA	– (Supervisory for Control And Data Acquisition) система, обеспечивающая диспетчерское управление и сбор данных, относящаяся к классу программного обеспечения для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами.
BDE	– Borland Database Engine (ядро базы данных Borland).
GPU	– Graphics Processing Unit (графический процессор).
ML	– Machine Learning (машинное обучение).
DP	– Deep Learning (глубокое обучение).
CNN	– Convolutional Neural Network (свёрточная нейронная сеть).
PACS	– Picture Archiving and Communication System (система архивации и передачи изображений).
MPT	– Магнитно-резонансная томография.
UI	– User Interface (пользовательский интерфейс).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 800 с.
2. Chollet F. Deep Learning with Python. – Manning Publications, 2017. – 384 с.
3. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. – O'Reilly Media, 2019. – 856 с.
4. Spring Framework Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.spring.io/spring-framework/docs/current/reference/html/>
5. MySQL 8.0 Reference Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>
6. TensorFlow Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org>
7. FreeMarker Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://freemarker.apache.org/docs/>

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21