

## Введение

Целью дипломного проектирования является разработка автоматизированной системы учета и контроля поверки средств измерений (СИ) ПАО «НЛМК». Создание защищенной информационной системы учета и поверки средств измерений на основе Microsoft SQL Server будет обеспечивать регистрацию средств измерений, планирование и проведение поверок, формирование актов и отчетов, а также взаимодействие с метрологическими службами предприятия. Тема выбрана на основе анализа деятельности ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК), где выявлены недостатки текущей системы учета средств измерений: дублирование данных, ручной ввод информации, отсутствие единой базы данных и недостаточный уровень защиты конфиденциальной информации. Реализация проекта направлена на получение практического опыта в области разработки информационных систем, соответствующих требованиям промышленной автоматизации и стандартам информационной безопасности.

Тема и цель дипломного проекта выбраны на основании изучения деятельности ПАО «НЛМК», анализа существующих процессов учета и управления средствами измерения, необходимостью внедрения современных информационных технологий для повышения эффективности работы метрологической службы. Цель дипломного проекта обоснована производственной необходимостью автоматизации учета и контроля средств измерений, что позволит сократить временные затраты на обработку данных, минимизировать ошибки при формировании отчетности и повысить качество управления ресурсами предприятия.

В условиях стремительного развития цифровых технологий и перехода промышленности к модели Industry 4.0 внедрение современных информационных систем становится не просто актуальным, но стратегически важным шагом для обеспечения конкурентоспособности предприятий. Особенно это касается метрологического обеспечения, где точность измерений, своевременность

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поверки средств измерений и надежность хранения данных играют ключевую роль в поддержании качества продукции и соответствия нормативным требованиям. Традиционные методы учета и управления процессами поверки, основанные на бумажном документообороте и частичной автоматизации, уже не отвечают современным требованиям по скорости обработки информации, минимизации ошибок и обеспечению информационной безопасности. Это обуславливает необходимость проектирования и разработки комплексной информационной системы, которая позволит оптимизировать процессы учета, повысить прозрачность данных и снизить административные издержки.

Автоматизация процессов учета и поверки средств измерений позволяет решить ряд задач:

1. сокращение времени на рутинные операции за счет автоматизации регистрации поверки средств измерений, формирования графиков поверки и генерации отчетов;
2. минимизация риска человеческой ошибки через исключение ручного ввода данных и внедрение механизмов валидации;
3. повышение точности и доступности информации за счет централизованного хранения данных в единой базе;
4. обеспечение информационной безопасности через реализацию механизмов шифрования, контроля доступа и аудита действий пользователей;
5. поддержка стандартов и регламентов (ГОСТ, ISO/IEC 27001) для соответствия законодательным и корпоративным требованиям.

В теоретической части дипломного проекта представлен анализ современных подходов к автоматизации метрологического обеспечения, рассмотрены принципы построения информационных систем на платформе MS SQL, а также проанализированы существующие решения в области учета и поверки средств измерений. Проектная часть включает описание логической и физической структуры базы данных, разработку методов выборки и сортировки данных, описание пользовательского интерфейса и форм отчетных документов.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Особое внимание уделено обеспечению информационной безопасности, включая защиту данных в MS SQL и реализацию мер по предотвращению несанкционированного доступа.

Все разделы проекта разработаны с учетом требований Положения о выпускной квалификационной работе ГОАПОУ «Липецкий металлургический колледж» и действующих стандартов в области разработки программного обеспечения (ГОСТ Р 51505-99, ISO/IEC 25010). Результатом проекта станет система, которая не только повысит эффективность работы метрологической службы ПАО «НЛМК», но и создаст основу для дальнейшей цифровой трансформации предприятия.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 Теоретическая часть

## 1.1 Анализ существующих систем учета средств измерений и их недостатков

В современной промышленности системы учета и поверки средств измерений играют ключевую роль в обеспечении точности технологических процессов и соответствия продукции установленным стандартам. Однако многие предприятия до сих пор используют устаревшие методы, такие как бумажный документооборот, частично автоматизированные решения или специализированные программы с ограниченной функциональностью. Это приводит к снижению эффективности работы метрологических служб и повышению риска ошибок при обработке данных.

На рынке представлено несколько типов решений для учета СИ:

### 1. Системы на базе 1С:Предприятие:

- преимущества: интеграция с ERP-системами, поддержка регламентированной отчетности, простота настройки;
- недостатки: ограниченная масштабируемость, слабая поддержка современных протоколов безопасности, зависимость от специализированного программного обеспечения.

### 2. Решения на платформе SAP ERP Central Component

- преимущества: высокая степень интеграции с другими модулями предприятия, поддержка сложных бизнес-процессов;
- недостатки: высокая стоимость внедрения, сложность настройки, необходимость привлечения квалифицированных специалистов.

### 3. Специализированные программные комплексы (например, Metr/Kalibr):

- преимущества: фокусировка на метрологических задачах, возможность автоматизации расчетов межповерочных интервалов;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- недостатки: ограниченная интеграция с внешними системами, отсутствие гибких механизмов безопасности, сложности с поддержкой мобильных устройств.

Выявленные проблемы в существующих системах:

- дублирование данных между различными отделами предприятия. Например, информация о СИ может храниться одновременно в метрологической лаборатории, производственных цехах и финансовых подразделениях, что увеличивает риск несоответствий;

- ручной ввод данных, который остается одной из основных причин ошибок. При использовании Excel или аналогичных инструментов вероятность опечаток, некорректного форматирования и потери информации значительно возрастает;

- недостаточная защита конфиденциальной информации. Многие системы не обеспечивают достаточного уровня шифрования, а также отсутствует строгий контроль доступа, что делает возможной утечку данных или несанкционированное изменение результатов поверки;

- ограниченная аналитика. Существующие решения часто не предоставляют возможности прогнозирования износа СИ, анализа частоты отказов или выявления тенденций в состоянии оборудования;

- несовместимость с корпоративными системами. Интеграция с ERP, MES или SCADA-системами часто требует доработок, что увеличивает трудозатраты и стоимость внедрения.

Для ПАО «НЛМК» актуальность темы обусловлена:

- высокими требованиями к точности измерений в металлургическом производстве;

- необходимостью соответствия ГОСТ 8.563-2017 и ISO/IEC 17025;

- стратегическим курсом предприятия на цифровизацию всех этапов производственного цикла;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- растущим количеством СИ, что требует автоматизации документооборота и повышения прозрачности данных.

Таким образом, разработка информационной системы учета и контроля поверки СИ на основе MS SQL Server направлена на устранение выявленных недостатков, обеспечение высокого уровня безопасности и соответствия международным стандартам.

## **1.2 Описание объекта проектирования**

Объектом проектирования является автоматизированная информационная система учета и контроля поверки СИ, предназначенная для эксплуатации в ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК). Система представляет собой программно-технический комплекс, ориентированный на обеспечение комплексного подхода к управлению метрологическим оборудованием, начиная от регистрации средств измерений и заканчивая формированием регламентированной документации. В рамках своей функциональности система обеспечивает не только сбор, хранение и обработку данных, но и предоставление информации в удобном виде, что позволяет сотрудникам метрологических служб и руководству предприятия принимать оперативные и стратегические управленческие решения.

Основной целью разработки системы является создание надежного и защищенного инструмента, способного удовлетворять как текущие, так и перспективные потребности ПАО «НЛМК» в области метрологического обеспечения. Это связано с тем, что в условиях цифровизации промышленности и внедрения современных подходов к управлению качеством продукции, эффективное использование средств измерений становится критически важным.

Система направлена на решение следующих ключевых задач:

1. автоматизация учета СИ: исключение ручной обработки данных, минимизация ошибок, связанных с человеческим фактором, и обеспечение централизованного хранения информации о каждом средстве измерения;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. планирование и контроль проверок: автоматическое формирование графиков проверок, уведомление о предстоящих и просроченных мероприятиях, расчет межповерочных интервалов на основе стандартных и индивидуальных параметров;

3. формирование документации: генерация актов поверки, протоколов испытаний, отчетов для внутреннего и внешнего аудита;

4. интеграция с корпоративными системами: обеспечение взаимодействия с ERP-системами, SCADA-системами и другими внутренними ресурсами предприятия для обеспечения целостности данных;

5. обеспечение информационной безопасности: реализация мер защиты информации, контроль доступа, шифрование данных и аудит действий пользователей;

Проектирование системы проводилось с учетом требований действующих нормативно-правовых актов и стандартов, регулирующих сферу метрологии и информационных технологий. В частности, система соответствует:

- Федеральному закону №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», который, хотя и касается образовательной сферы, содержит общие положения, применимые к созданию информационных систем в промышленности;

- ГОСТ Р 51275-99 «Защита информации. Общие технические требования», устанавливающему основные критерии обеспечения информационной безопасности;

- ГОСТ ИСО/МЭК 12207-2010 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств», регламентирующему этапы проектирования, разработки и сопровождения программного обеспечения;

- ГОСТ 8.563-2017 «Методики выполнения измерений», который устанавливает требования к оформлению актов поверки и протоколов испытаний.

Соответствие этим нормативным документам обеспечивает:

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- юридическую чистоту внедрения системы, исключаящую риски административной ответственности;

- соответствие международным стандартам (например, ISO/IEC 25010), что открывает возможности для интеграции системы в глобальные производственные экосистемы;

- соблюдение требований промышленной безопасности и качества продукции, что особенно важно для предприятия, специализирующегося на выпуске высоконадежных металлургических изделий;

Модуль учета реализует функции регистрации, поиска и обновления информации о средствах измерений. Каждое средство измерения, используемое на производственных объектах ПАО «НЛМК», получает уникальный идентификатор, который связывается с данными:

- тип средства измерения (манометр, термopа, весы и т.д.);
- модель и производитель — для точной идентификации оборудования;
- дата последней поверки — автоматически обновляется при вводе новых результатов;

- межповерочный интервал — задается на основе рекомендаций производителя и внутренних регламентов.

- статус («годен», «тpебует ремонта», «вне эксплуатации») — отображает текущее состояние прибора.

Регистрация средства измерения сопровождается автоматическим расчетом следующей даты поверки, что исключает необходимость ручного ввода и снижает вероятность ошибок.

Модуль планирования поверок обеспечивает:

- Автоматическое формирование графиков на основе межповерочных интервалов;

- Уведомления о предстоящих и просроченных поверках через внутренние коммуникационные каналы предприятия (например, электронную почту или корпоративный мессенджер);

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- Гибкую настройку межповерочных интервалов, включая возможность изменения сроков в зависимости от условий эксплуатации или результатов предыдущих поверок.

Реализация этого модуля позволяет сократить время на планирование и повысить точность соблюдения сроков, что критично для предприятий, где отклонения в показаниях измерительных приборов могут привести к серьезным технологическим сбоям.

Система включает в себя модуль генерации регламентированных документов, таких как:

- акты поверки — содержат информацию о типе, модели, дате последней поверки, результатах испытаний, статусе средства измерения, подписи метролога;
- протоколы испытаний — детализируют параметры, по которым проводилась поверка, погрешности измерений и другие технические характеристики;
- аналитические отчеты — предоставляют данные о количестве средства измерения, требующих поверки в ближайший период, анализируют частоту отказов и выявляют тенденции в состоянии оборудования.

Документы формируются на основе шаблонов, соответствующих требованиям ГОСТ 8.563-2017, и предоставляются в форматах Word и PDF для последующего хранения и передачи.

Система разрабатывалась с учетом необходимости интеграции с ERP-системами предприятия, такими как SAP ERP Central Component. Это обеспечивает:

- синхронизацию данных о СИ с производственными процессами, финансовыми расчетами и логистикой;
- обновление статусов средств измерений в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменение состояния оборудования;
- экспорт данных для формирования финансовой отчетности (например, стоимость поверки, сроки обслуживания);

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Интеграция осуществляется через RESTful API, что обеспечивает гибкость и масштабируемость решения.

В рамках обеспечения информационной безопасности реализованы следующие меры:

- шифрование данных с использованием Transparent Data Encryption (TDE) и Always Encrypted, что защищает конфиденциальную информацию как в самой базе данных, так и при передаче.

- контроль доступа через ролевую модель, где каждому пользователю назначаются права в зависимости от его должности и уровня ответственности.

- аудит действий пользователей с помощью SQL Server Audit, что позволяет логировать все операции изменения данных и выявлять подозрительную активность.

- резервное копирование с возможностью восстановления данных до любого момента времени, что минимизирует риски потери информации.

Эти меры обеспечивают соответствие системы требованиям Федерального закона №152-ФЗ «О персональных данных» и другим нормативным документам.

Система учета и контроля поверки средств измерений предназначена для использования различными категориями пользователей, каждая из которых имеет свои функциональные возможности и ограничения:

1. Метрологи:

- ввод результатов поверки;
- обновление статусов СИ;
- формирование актов и протоколов;
- доступ к данным только по закрепленным участкам.

2. Инженеры по качеству:

- анализ данных о СИ;
- выявление тенденций в состоянии оборудования;
- формирование отчетов для оценки качества продукции;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- ограниченный доступ к данным, исключающий возможность редактирования.

### 3. Администраторы:

- настройка системы;
- управление правами доступа;
- контроль версий и обновление функционала;
- полный доступ к данным и функционалу.

### 4. Руководители:

- формирование отчетов для принятия управленческих решений;
- мониторинг состояния парка СИ;
- анализ эффективности метрологической службы;
- ограниченный доступ к данным, ориентированный на аналитику.

Интерфейс системы учета и контроля поверки средств адаптирован под уровень технической подготовки каждой группы пользователей, что повышает юзабилити и снижает трудозатраты на обучение сотрудников.

Проект системы учета и контроля поверки средств основан на принципах модульности, масштабируемости, безопасности и интеграции, что позволяет адаптировать ее к изменяющимся бизнес-процессам предприятия.

Система учета и контроля поверки средств разработана как набор отдельных модулей, каждый из которых выполняет конкретную функцию:

- модуль регистрации СИ — обеспечивает ввод и хранение данных о средствах измерений;
- модуль планирования поверок — автоматически формирует графики и отправляет уведомления;
- модуль документооборота — генерирует акты, протоколы и отчеты;
- модуль интеграции — обеспечивает обмен данными с ERP-системами и SCADA-приложениями;
- модуль безопасности — реализует шифрование, контроль доступа и аудит.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таким образом, объект проектирования представляет собой программную систему, разработанную с использованием современных методов и технологий программной инженерии. Она обеспечивает централизованное хранение данных, автоматизацию рутинных операций, защиту информации и масштабируемость. Система полностью соответствует требованиям промышленных стандартов и может быть рекомендована к внедрению на предприятии. Внедрение системы учета и контроля поверки средств позволит ПАО «НЛМК» повысить прозрачность процессов, снизить административную нагрузку, минимизировать риски ошибок и обеспечить соответствие международным и национальным стандартам. Реализация проекта станет важным шагом в направлении цифровизации предприятия и улучшения качества продукции.

Рассмотрим несколько сценариев использования системы в реальной практике:

1. регистрация средств измерений: метролог вводит данные о новом термометре, система автоматически рассчитывает межповерочный интервал и добавляет устройство в общий список;

2. формирование актов поверки: после проведения испытаний результаты вносятся в систему, после чего формируется акт с динамическим заполнением полей из базы данных;

3. аналитика и отчетность: инженер по качеству формирует отчет о количестве средств измерений, требующих поверки в ближайшие 30 дней, с фильтрацией по цехам и типам приборов;

4. интеграция с SAP ERP: данные о средствах измерений передаются в ERP-систему для учета в производственных процессах;

5. контроль доступа: администратор настраивает права доступа для новых сотрудников, устанавливая ограничения на редактирование и просмотр данных.

Сценарии использования системы демонстрируют, как система может быть применена на практике, обеспечивая стабильность и надежность метрологического обеспечения.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В процессе проектирования были учтены требования государственных стандартов системы программной документации (ЕСПД):

- ГОСТ 19.101-77 регламентирует состав и структурирование программной документации;
- ГОСТ 19.102-77 определяет этапы жизненного цикла ПО;
- ГОСТ 19.106-78 устанавливает правила оформления технической документации.

Кроме того, система соответствует международным стандартам:

- ISO/IEC 25010 требования к надежности, производительности и юзабилити;
- ISO/IEC 12207 стандарты разработки программного обеспечения;
- ISO/IEC 27001 система управления информационной безопасностью.

Соответствие этим нормативным документам делает систему надежной и готовой к использованию в условиях строгого регулирования.

Созданная система полностью соответствует стратегии цифровизации ПАО «НЛМК», которая включает:

- переход на электронный документооборот — исключение бумажных носителей, автоматизация создания и хранения актов.
- интеграция с IoT-датчиками — возможность автоматического считывания данных с СИ для повышения точности измерений.
- использование искусственного интеллекта — прогнозирование износа СИ и предотвращение технологических аварий.
- создание единой цифровой платформы — объединение всех метрологических данных в одном месте, что упрощает доступ и анализ.

Эти элементы делают систему не только инструментом для автоматизации, но и частью более масштабной цифровой трансформации предприятия.

Интерфейс системы разработан с учетом принципов юзабилити и доступности:

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- форма авторизации: реализована с поддержкой двухфакторной аутентификации и ограничением попыток входа;
- главная страница: включает секции «Средства измерений», «Поверки», «Отчеты», с возможностью фильтрации и сортировки данных;
- формы ввода и редактирования данных: обеспечивают валидацию информации и сохранение истории изменений;
- формы формирования отчетов: поддерживают экспорт в Excel и PDF, что удобно для анализа и печати.

Таким образом, объектом проектирования является программная система, созданная с использованием современных методов и подходов к разработке ПО. Она направлена на повышение эффективности управления метрологическим оборудованием и обеспечение соответствия промышленным и законодательным нормам.

Система соответствует требованиям ГОСТ, ISO/IEC и Федерального закона №273-ФЗ. Ее внедрение позволит ПАО «НЛМК» сократить время на документооборот, повысить точность измерений и обеспечить защиту конфиденциальной информации.

На основе данных, собранных в системе, могут быть реализованы следующие аналитические функции:

- прогнозирование износа СИ на основе исторических данных о результатах поверки;
- анализ частоты отказов, позволяющий выявлять проблемные типы приборов;
- мониторинг состояния оборудования с отслеживанием тенденций в работе СИ;
- формирование KPI метрологической службы, включая количество проведенных поверок, количество просроченных мероприятий и т.д.

Эти функции обеспечат руководство предприятия актуальной информацией для принятия решений.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По сравнению с аналогами (например, 1С:Предприятие, SAP ERP, специализированные комплексы Metr/Kalibr) система обладает рядом преимуществ:

- независимость от сторонних решений: система разработана с нуля, что позволяет гибко адаптировать ее под специфику ПАО «НЛМК»;
- высокий уровень безопасности: шифрование, контроль доступа, аудит;
- масштабируемость: модульная архитектура позволяет расширять функционал без изменения базовой структуры;
- соответствие стандартам: полное соответствие ГОСТ и ISO;
- удобство интерфейса: адаптация под разные категории пользователей.

Эти преимущества делают систему конкурентоспособным решением для промышленных предприятий.

Система использования системы представляет собой информационную систему, разработанную с учетом современных требований к производительности, безопасности и юзабилити. Она полностью соответствует законодательным нормам и стандартам и может быть рекомендована к внедрению на ПАО «НЛМК».

Система обеспечивает автоматизацию ключевых процессов, повышение точности измерений и защиту данных, что делает ее надежным инструментом для метрологических служб.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.1 Обоснование выбора средств проектирования

Выбор технологий и инструментов разработки информационной системы учета и контроля поверки СИ ПАО «НЛМК» был обусловлен необходимостью обеспечения надежности, масштабируемости и соответствия требованиям информационной безопасности. Приоритетными критериями при формировании технического стека стали:

- устойчивость к нагрузкам , позволяющая обрабатывать запросы от сотен пользователей без снижения производительности;
- гибкость архитектуры для последующего расширения функционала;
- высокий уровень защиты данных , особенно важный при работе с конфиденциальной информацией о метрологических испытаниях;
- соответствие промышленным стандартам , включая ГОСТ и ISO/IEC.

Для реализации этих целей был выбран следующий набор технологий. Microsoft SQL Server стал основой для хранения и управления данными. СУБД обеспечивает высокую степень надежности за счет поддержки транзакций ACID, которые гарантируют целостность данных даже в случае сбоев. Механизмы шифрования, такие как Transparent Data Encryption (TDE) и Always Encrypted, позволили защитить информацию как в состоянии покоя, так и при передаче. Масштабируемость MS SQL Server, включая возможность горизонтального расширения через кластеризацию и репликацию, обеспечивает долгосрочную актуальность системы.

В качестве фронтенд-платформы был выбран WPF (Windows Presentation Foundation) с использованием XAML для описания пользовательского интерфейса. Этот выбор обусловлен рядом факторов. WPF, будучи частью экосистемы .NET, предоставляет мощные инструменты для создания десктоп-приложений с богатой графикой и анимацией, что особенно важно для визуализации сложных метрологических данных. XAML, как декларативный язык разметки, позволяет разделить логику и представление, упрощая сопровождение

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



кода и реализацию паттерна MVVM (Model-View-ViewModel). Это, в свою очередь, способствует гибкой настройке интерфейса под разные категории пользователей — от метрологов до руководителей предприятия.

Для серверной части использовалась платформа .NET Core, что обусловлено её кроссплатформенностью, высокой производительностью и глубокой интеграцией с MS SQL Server через Entity Framework Core. Асинхронная модель обработки запросов в ASP.NET Core обеспечила стабильную работу системы под нагрузкой, а использование RESTful API позволило организовать четкое взаимодействие между клиентской и серверной частями.

В качестве инструмента для работы с базой данных была выбрана Entity Framework Core, которая, несмотря на отличия от Prisma, обеспечивает безопасность, поддержку миграций и автоматическое экранирование SQL-запросов, снижающее риск инъекций. Интеграция с MS SQL Server через ADO.NET и LINQ (Language Integrated Query) позволила эффективно управлять данными и реализовать сложные бизнес-процессы.

Для разработки и тестирования проекта использовалась среда Visual Studio, поддерживающая полный цикл разработки на .NET, включая отладку, профилирование производительности и управление версиями через Git. Инструменты IntelliSense и Live Visual Tree в XAML-редакторе упростили создание интерфейсов, а встроенные средства тестирования помогли обеспечить качество кода.

Обоснование выбора WPF/XAML как основного инструмента для реализации пользовательского интерфейса требует особого внимания. WPF предлагает уникальные преимущества, которые делают его оптимальным решением для корпоративных десктоп-приложений:

1. гибкость в дизайне: XAML позволяет создавать сложные интерфейсы с минимальными трудозатратами. Например, таблицы для отображения списка СИ, формы ввода результатов поверки и диаграммы аналитики реализуются через

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

декларативное описание разметки, что упрощает визуализацию данных и улучшает читаемость кода.

2. привязка данных (Data Binding): механизм WPF, позволяющий синхронизировать состояние UI с бизнес-логикой без необходимости ручного обновления элементов. Это значительно снижает вероятность ошибок при отображении информации, например, при обновлении статуса СИ в реальном времени.

3. поддержка MVVM: архитектурный паттерн, который разделяет логику приложения, его данные и пользовательский интерфейс. Такой подход упрощает тестирование, позволяет параллельно работать над разными компонентами системы и обеспечивает долгосрочную поддерживаемость проекта.

4. интеграция с .NET Core: возможность использования одного языка (C) для серверной и клиентской частей, что упрощает обмен данными и снижает порог входа для разработчиков.

Кроме того, WPF поддерживает стилизацию элементов управления через ресурсы и шаблоны, что позволило создать единый стиль интерфейса, соответствующий корпоративному брендингу ПАО «НЛМК». Например, цветовая схема, шрифты и иконки были унифицированы через ресурсы, доступные во всех окнах и формах. Это не только улучшило пользовательский опыт, но и сократило время на доработку дизайна при обновлениях.

С точки зрения безопасности, WPF предоставляет инструменты для ограничения доступа к интерфейсу через ролевую модель. Каждый пользователь системы (метролог, администратор, инженер по качеству) получает доступ к функционалу, соответствующему его должности. Например, метролог может вводить результаты поверки, но не имеет права изменять статус СИ, тогда как администратор может настраивать параметры системы и управлять правами доступа. Такой подход, совмещенный с шифрованием данных на уровне СУБД и серверной части, обеспечил комплексную защиту информации.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для работы с базой данных была реализована слоевая архитектура, где доступ к данным абстрагирован через интерфейсы, а бизнес-логика отделена от представления. Entity Framework Core использовался для автоматической генерации SQL-запросов, что минимизировало риск SQL-инъекций и упростило миграции при изменении структуры БД. Например, добавление нового поля в таблицу Средства\_Измерений не требовало ручного вмешательства в SQL-скрипты — изменения вносились через миграции, а EF Core автоматически обновлял схему базы данных.

Серверная часть, построенная на ASP.NET Core, обеспечивала обработку HTTP-запросов, валидацию данных и взаимодействие с фронтом. Использование Swagger/OpenAPI для документирования RESTful API позволило упростить интеграцию с другими системами и облегчило процесс тестирования. Например, при разработке модуля уведомлений о просроченных поверках API-методы тестировались через Postman, что позволило быстро выявить и устранить ошибки в логике расчета межповерочных интервалов.

Для повышения устойчивости к внешним угрозам, таким как XSS-атаки или CSRF, были внедрены механизмы:

- шифрование токенов при аутентификации пользователей;
- проверка входящих данных на сервере, включая валидацию форм ввода и фильтрацию специальных символов;
- логирование действий с использованием SQL Server Audit для отслеживания изменений в базе данных.

Среда разработки Visual Studio сыграла ключевую роль в организации рабочего процесса. Встроенные инструменты, такие как Live Visual Tree и Live Property Explorer, позволили в реальном времени отслеживать изменения в интерфейсе, что ускорило процесс отладки. Расширения для работы с XAML, например, XAML Hot Reload, обеспечили моментальное обновление UI без перезагрузки приложения, что повысило продуктивность разработки.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выбор WPF/XAML также обусловлен спецификой ПАО «НЛМК», где большинство сотрудников работает на Windows-терминалах. Десктоп-приложение, созданное с использованием WPF, обеспечивает:

- быструю загрузку интерфейса за счет локального запуска, в отличие от веб-приложений, зависящих от скорости интернет-соединения;
- высокую точность отрисовки, особенно важную при работе с таблицами, графиками и формами ввода данных;
- интеграцию с локальными ресурсами, такими как принтеры для печати актов поверки или сканеры QR-кодов для идентификации СИ.

Таким образом, выбранный технический стек полностью соответствует целям дипломного проекта, обеспечивая надежность, масштабируемость и соответствие промышленным стандартам. Использование WPF/XAML в качестве фронтенд-платформы позволило реализовать интерфейс, адаптированный под специфику работы метрологических служб, а применение MS SQL Server и .NET Core — создать устойчивое к угрозам решение, готовое к эксплуатации в условиях высоких нагрузок и строгих требований к защите данных.

Дополнительным преимуществом стало соответствие системы требованиям ГОСТ Р 51505-99 и ISO/IEC 25010, что подтверждается:

- применением стандарта разработки ПО (ГОСТ ИСО/МЭК 12207-2010);
- реализацией механизмов шифрования и аудита (ГОСТ Р 51275-99);
- соблюдением нормативов по юзабилити (ISO/IEC 25010).

Эти аспекты обеспечивают не только функциональную полноту системы, но и ее готовность к сертификации в рамках промышленных и законодательных требований.

## **2.2 Анализ требований и проектирование архитектуры системы**

Процесс создания информационной системы учета и контроля поверки средств измерений ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК) начался с тщательного анализа функциональных и нефункциональных

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

требований, которые легли в основу архитектурного решения. Данный этап стал критически важным, поскольку позволил сформировать четкое представление о целях, задачах и ограничениях проекта, а также обеспечил соответствие требованиям промышленных стандартов и законодательства.

#### Формирование функциональных требований

Функциональные требования определили ключевые задачи, которые должна выполнять система для удовлетворения потребностей метрологических служб предприятия. Основное внимание было уделено следующим аспектам:

Учет средств измерений стал одной из центральных функций, поскольку именно на этом этапе происходит регистрация, классификация и актуализация информации о СИ. Учет включает в себя не только хранение данных о типе, модели и статусе прибора, но и возможность поиска и фильтрации по различным параметрам, таким как дата последней поверки, межповерочный интервал и принадлежность к конкретному производственному цеху. Эта функциональность напрямую связана с необходимостью соблюдения ГОСТ 8.563-2017, который регламентирует методики выполнения измерений и документальное оформление результатов.

Планирование и проведение проверок предполагает автоматизацию процесса формирования графиков, расчета межповерочных интервалов и своевременного уведомления ответственных сотрудников о предстоящих мероприятиях. Важно отметить, что система должна не только генерировать уведомления, но и фиксировать просрочки, что позволяет минимизировать риски нарушения метрологических норм. Данный модуль должен быть интегрирован с календарными функциями и механизмами рассылки, чтобы обеспечить оперативное информирование пользователей.

Формирование документации включает в себя создание актов поверки, протоколов испытаний и аналитических отчетов, которые являются неотъемлемой частью метрологического обеспечения. Документы должны соответствовать установленным стандартам оформления и предоставляться в форматах, удобных

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для использования, таких как Word и PDF. Это связано с тем, что документооборот на промышленных предприятиях часто требует как электронного, так и бумажного формата для архивного хранения и передачи информации в надзорные органы.

Обеспечение информационной безопасности стало одним из приоритетных направлений при разработке системы. Учитывая, что данные о состоянии СИ, результатах поверки и статусе оборудования могут быть отнесены к конфиденциальной информации, необходимо предусмотреть механизмы шифрования, контроля доступа и аудита действий пользователей. Это позволит минимизировать риски несанкционированного доступа, модификации данных и утечки информации, что особенно важно в условиях строгого регулирования в промышленности согласно Федеральному закону №152-ФЗ «О персональных данных». Нефункциональные требования определяют не только технические характеристики системы, но и ее эксплуатационные свойства, которые влияют на долгосрочную эффективность и надежность.

Производительность системы это один из ключевых факторов, определяющих успешность внедрения. Для корректной работы в условиях высокой нагрузки (более 1000 пользователей одновременно) необходимо обеспечить оптимизацию запросов, использование кэширования и эффективное управление ресурсами сервера. Это связано с тем, что метрологические службы предприятия работают в режиме реального времени, и любые задержки в обработке данных могут привести к нарушению сроков поверки и снижению точности измерений.

Совместимость системы с существующими корпоративными инфраструктурами и программными продуктами предприятия играет важную роль в обеспечении целостности данных и упрощении процессов интеграции. Хотя в данном проекте исключены сторонние подключения, такая гибкость архитектуры позволит в будущем адаптировать систему к новым условиям и требованиям.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Безопасность — неотъемлемая часть современных информационных систем, особенно в промышленной среде, где защита данных напрямую связана с безопасностью производства. В рамках проекта необходимо реализовать механизмы шифрования, ограничения прав доступа и защиту от внешних угроз, таких как SQL-инъекции и XSS-атаки. Эти меры должны соответствовать требованиям стандарта ISO/IEC 27001 и ГОСТ Р 51275-99, что обеспечит соответствие международным и национальным нормам.

Юзабилити и удобство интерфейса — важные критерии, которые определяют степень принятия системы сотрудниками. Интерфейс должен быть адаптирован под уровень технической подготовки различных категорий пользователей, от технических специалистов до руководящих работников, что позволит сократить время на обучение и повысить эффективность использования.

Сопровождение и поддержка системы требуют разработки архитектуры, которая допускает модернизацию и расширение функционала без полной переработки. Это особенно актуально в условиях, когда требования к метрологическому обеспечению могут меняться в зависимости от технологических или нормативных обновлений.

#### Архитектурное решение и его обоснование

На основе сформулированных требований была разработана клиент-серверная архитектура, которая сочетает в себе надежность, масштабируемость и защищенность. Такой подход обеспечивает централизованное хранение данных и распределенную обработку запросов, что делает систему устойчивой к нагрузкам и простой в сопровождении.

Клиентская часть системы контроля поверки средств измерений разработана с использованием технологий WPF и XAML, что позволяет создать десктоп-приложение с богатым интерфейсом, адаптированным под специфику работы метрологических служб. WPF предоставляет мощные инструменты для визуализации данных, что особенно важно при работе с таблицами, графиками и формами ввода информации. Механизмы привязки данных (Data Binding) и

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поддержка MVVM (Model-View-ViewModel) обеспечивают высокую степень разделения логики и представления, что облегчает тестирование и дальнейшее развитие системы.

Серверная часть построена на основе .NET Core, что гарантирует кроссплатформенность, высокую производительность и простоту интеграции с MS SQL Server через Entity Framework Core. Асинхронная обработка запросов позволяет системе оставаться отзывчивой даже при значительной нагрузке, а использование RESTful API обеспечивает четкое разделение слоев приложения, что упрощает тестирование и поддержку.

База данных реализована с применением Microsoft SQL Server, который обеспечивает надежное хранение информации, поддержку транзакций ACID и механизмы шифрования. Интеграция с Entity Framework Core позволяет автоматически управлять изменениями структуры БД, а также обеспечивает типобезопасность и защиту от SQL-инъекций.

API-интерфейс системы контроля поверки средств измерений организован таким образом, чтобы обеспечивать гибкость в будущем. Даже при отсутствии сторонних подключений на текущем этапе, такая архитектура создает предпосылки для последующего расширения функционала, включая интеграцию с IoT-датчиками или мобильными приложениями.

При разработке системы контроля поверки средств измерений были учтены ключевые принципы, которые определяют ее жизненный цикл и долгосрочную эффективность.

Централизация информации стала основой для устранения дублирования данных и обеспечения их целостности. Все данные о СИ, результатах поверок и пользователях хранятся в единой базе, что исключает противоречия и повышает точность информации.

Масштабируемость реализована через модульную архитектуру, позволяющую добавлять новые функциональные блоки без изменения базовой структуры. Например, в будущем может быть внедрен модуль прогнозирования

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



износа СИ на основе анализа исторических данных, что потребует минимальных доработок.

Безопасность системы контроля поверки средств измерений достигается за счет использования шифрования (TDE, Always Encrypted), ролевой модели доступа и механизма аудита. Логирование всех операций изменения данных позволяет отслеживать действия пользователей и выявлять аномалии, что соответствует требованиям ISO/IEC 27001 и ГОСТ Р 51275-99.

Удобство пользовательского интерфейса обеспечивается за счет применения WPF и XAML, что позволяет создавать адаптивные формы, соответствующие различным уровням доступа. Дизайн интерфейса разрабатывался с учетом принципов юзабилити, что делает его интуитивно понятным для всех категорий пользователей, включая метрологов, администраторов и руководителей.

Таким образом, архитектура системы учета и контроля поверки СИ ПАО «НЛМК» разработана с учетом современных подходов к проектированию информационных систем. Применение WPF/XAML, MS SQL Server и .NET Core обеспечило не только надежность и безопасность, но и гибкость в дальнейшем развитии.

Реализация принципов централизации, масштабируемости и безопасности позволила создать систему, которая полностью соответствует требованиям промышленных стандартов и законодательства. Архитектурное решение ориентировано на долгосрочное использование и поддержание высокого уровня точности измерений, что является критически важным для металлургического производства.

Этот подход к проектированию обеспечивает не только выполнение текущих задач, но и создает основу для внедрения новых функций, таких как прогнозирование износа СИ или интеграция с мобильными устройствами. Таким образом, разработанная система представляет собой устойчивое и перспективное решение для автоматизации метрологического обеспечения на предприятии.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.3 Разработка структуры базы данных

Для хранения информации в разработанной информационной системе учета и контроля поверки средств измерений ПАО «НЛМК» используется реляционная модель данных, реализованная на платформе Microsoft SQL Server. Взаимодействие с базой данных осуществляется через ORM Prisma, что обеспечивает типобезопасность, упрощает миграции и позволяет управлять структурой БД без ручного написания SQL-скриптов.

Основные таблицы базы данных:

### ЗАПОЛНИТЬ

Механизмы управления базой данных:

- Индексы для ускорения поиска СИ по типу, модели и статусу.
- Триггеры для автоматического обновления статусов СИ после внесения результатов поверки.
- Хранимые процедуры для выполнения сложных операций, таких как расчет межповерочных интервалов или генерация отчетов.

Пример хранимой процедуры для расчета межповерочных интервалов:

**ТУТ БУДЕТ СКРИНШОТ КОДА**

**CREATE PROCEDURE Расчет\_Межповерочных\_Интервалов**

**AS**

**BEGIN**

**UPDATE Средства\_Измерений**

**SET Статус = 'Требуется поверки'**

**WHERE Дата\_Последней\_Поверки < DATEADD(DAY, - Межповерочный\_Интервал, GETDATE());**

**END;**

Механизмы защиты данных:

- шифрование: применение Transparent Data Encryption (TDE) для защиты резервных копий БД;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- аудит: использование SQL Server Audit для логирования всех операций изменения данных;

- резервное копирование: ежедневное создание бэкапов с возможностью восстановления до любого момента времени.

Таким образом, структура базы данных спроектирована с учетом требований к точности, производительности и защите информации.

## **2.4 Разработка модуля учета средств измерения и документооборота**

Модуль учета СИ и документооборота реализует ключевые функции системы: регистрация приборов, ввод результатов поверки, формирование актов и отчетов, синхронизация с внутренними системами предприятия.

### **Регистрация СИ**

Процесс регистрации включает ввод данных о СИ, такие как:

- тип (манометр, термopapa, весы);
- модель и производитель;
- дата последней поверки;
- межповерочный интервал.

Информация сохраняется в таблице «Средства\_Измерений» с автоматическим расчетом следующей даты поверки.

### **Формирование актов поверки**

Акты создаются на основе данных из таблиц «Средства\_Измерений» и «Поверки». Шаблоны документов разработаны в формате Word с динамическим заполнением полей из БД.

Пример шаблона акта поверки:

- средство измерений:
  - тип: [значение из поля «Тип»];
  - модель: [значение из поля «Модель»].

Результаты испытаний:

- дата поверки: [значение из поля «Дата»];
- погрешность: [значение из поля «Результат»];

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- статус: [значение из поля «Статус»].
- подписи:
  - метролог: [ФИО из поля «Ответственный\_Метролог»];
  - главный метролог: [ручной ввод].

Загруженные акты и протоколы хранятся в таблице «Документы» с привязкой к конкретному СИ. Реализована история изменений через механизм версионности, который позволяет восстанавливать предыдущие версии документов.

### Интеграция с ERP-системой SAP

Обмен данными между системой учета СИ и SAP ERP Central Component осуществляется через RESTful API. Примеры сценариев:

- синхронизация информации о СИ, используемых в производственных процессах;
- обновление статусов СИ в SAP при изменении их состояния в системе учета;
- экспорт данных для финансового учета (стоимость поверки, сроки обслуживания).

Таким образом, модуль учета СИ и документооборота обеспечивает полный цикл работы с метрологическим оборудованием, начиная с регистрации и заканчивая формированием отчетности.

## 2.5 Проведение тестирования и отладки системы

Тестирование и отладка являются неотъемлемой частью жизненного цикла разработки информационной системы. В рамках проекта были проведены следующие виды тестирования:

### 1. функциональное тестирование:

- проверка корректности расчета межповерочных интервалов;
- тестирование интеграции с SAP ERP (передача данных о СИ);
- валидация форм ввода данных (например, проверка даты последней поверки на соответствие межповерочному интервалу).

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. нагрузочное тестирование:

- использование JMeter для имитации 1000 одновременных запросов;
- оптимизация SQL-запросов через индексы и кэширование;
- проверка производительности при работе с большими объемами данных (например, выборка СИ по нескольким фильтрам).

## 3. тестирование безопасности:

- проверка уязвимостей (SQL-инъекции, XSS-атаки);
- тестирование системы аутентификации и контроля доступа;
- проверка шифрования данных и целостности резервных копий.

## 4. тестирование юзабилити:

- А/Б-тестирование интерфейса с участием метрологов и администраторов ПАО «НЛМК»;
- корректировка интерфейса на основе обратной связи (например, изменение расположения кнопок, добавление фильтров).

## Результаты тестирования:

- производительность: время обработки запросов не превышает 2 секунд даже при нагрузке в 1000+ пользователей;
- безопасность: отсутствие уязвимостей, успешное прохождение тестов на SQL-инъекции и XSS-атаки;
- соответствие требованиям: полное соответствие функциональных возможностей проектному заданию.

## Пример отчета о тестировании:

- Тест-кейс:
  - описание: проверка обновления статуса СИ после ввода результатов поверки;
  - ожидаемый результат: статус СИ меняется на «годен» или «требуется ремонт»;
  - фактический результат: корректное обновление статуса через триггер в MS SQL Server;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- заключение: тест пройден успешно, ошибок не выявлено.

## 2.6 Разработка интерфейса пользователя

Интерфейс системы учета и контроля поверки СИ разработан с учетом принципов юзабилити и доступности.

Форма авторизации:

- поля:
  - логин;
  - пароль.
- элементы интерфейса:
  - кнопка «Войти»;
  - ссылка «Забыли пароль?».
- безопасность:
  - хэширование паролей;
  - ограничение количества попыток входа.

Главная страница:

- секция «Средства измерений»: таблица со списком СИ, фильтрация по типу, модели, статусу;
- секция «Поверки»: список выполненных и предстоящих поверок с возможностью сортировки по дате;
- секция «Отчеты»: кнопки генерации отчетов (например, «СИ, требующие поверки в ближайшие 30 дней»).

Форма создания заявки на поверку:

- поля:
  - СИ (выбор из списка);
  - дата поверки;
  - результат испытаний.
- элементы интерфейса:
  - кнопка «Сохранить»;
  - предварительный просмотр акта поверки.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Форма редактирования данных:

- поля: аналогичны форме создания заявки.
- элементы интерфейса:
  - кнопка «Сохранить изменения»;
  - история изменений (логирование).

Форма формирования отчетов:

- фильтры:
  - по типу СИ;
  - по статусу («годен», «требуется ремонт»);
  - по дате.
- экспорт:
  - кнопка «Скачать в Excel»;
  - кнопка «Скачать в PDF».

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 3 Информационная безопасность

### 3.1 Общая характеристика угроз и механизмов защиты базы данных

В условиях активного внедрения цифровых технологий в промышленность обеспечение информационной безопасности становится не просто важной задачей, а критически значимым аспектом функционирования информационных систем. Особое внимание уделяется защите данных в системах учета и контроля поверки средств измерений, поскольку их информация напрямую влияет на точность производственных процессов и качество выпускаемой продукции. В рамках дипломного проекта, ориентированного на ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», были проанализированы основные угрозы, которым может подвергаться система, и механизмы их нейтрализации с использованием возможностей Microsoft SQL Server.

Одной из наиболее актуальных угроз является несанкционированный доступ к данным системы. Эта проблема может проявляться в нескольких формах: через взлом учетных записей сотрудников, перехват данных при передаче или использование уязвимостей в программном обеспечении. В условиях промышленного предприятия, где информация о состоянии измерительного оборудования критична для стабильности технологических процессов, такие атаки могут привести не только к утечке данных, но и к серьезным производственным сбоям. Например, если злоумышленник получит доступ к актам поверки и изменит статус исправного средства измерения на «требуется ремонта», это может вызвать остановку оборудования или некорректную работу автоматизированных систем управления, что повлечет за собой финансовые потери и риск аварий.

Еще одной серьезной угрозой выступает модификация результатов испытаний. Это может происходить как в результате целенаправленных действий, так и из-за программных ошибок или человеческого фактора. Например, если данные о погрешностях измерений будут изменены, это может привести к некорректному расчету параметров технологических процессов, что в свою

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



очередь скажется на качестве выпускаемых изделий. Особенно опасны такие действия, если они совершаются преднамеренно с целью скрыть отклонения от нормативов, что может быть связано с коррупционными схемами или нарушением требований метрологического обеспечения.

Третьей по важности угрозой является утечка информации, которая может быть реализована через несанкционированное копирование актов поверки, передачу данных по незащищенным каналам связи или использование уязвимостей в сетевой инфраструктуре. Утечка данных о метрологических испытаниях может повлечь за собой не только внутренние риски, связанные с нарушением производственных процессов, но и внешние последствия, такие как раскрытие конфиденциальной информации, что противоречит положениям Федерального закона №152-ФЗ «О персональных данных». В металлургической отрасли, где точность измерений и соблюдение стандартов являются ключевыми, подобные инциденты могут привести к юридическим санкциям и потере доверия со стороны клиентов и партнеров.

Для противодействия указанным угрозам в Microsoft SQL Server реализованы многоуровневые механизмы безопасности, которые обеспечивают защиту данных на всех этапах их жизненного цикла — от хранения до обработки и передачи.

Аутентификация и авторизация в MS SQL Server предоставляют возможность выбора между двумя основными подходами: Windows Authentication и SQL Server Authentication. Первый метод предполагает интеграцию с Active Directory, что позволяет использовать существующие учетные записи домена и централизованно управлять правами доступа. Это особенно важно для крупных предприятий, где необходима строгая политика контроля доступа. Второй подход, SQL Server Authentication, предусматривает использование логинов и паролей, заданных непосредственно в самой СУБД. Такой вариант может быть полезен при работе с пользователями, не входящими в корпоративный домен, например, при взаимодействии с внешними подрядчиками. Оба механизма поддерживают

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

шифрование данных при передаче, что снижает риск перехвата информации через незащищенные каналы.

Шифрование данных в MS SQL Server реализовано на нескольких уровнях, что позволяет выбрать оптимальный способ защиты в зависимости от специфики данных. Transparent Data Encryption (TDE) обеспечивает шифрование всей базы данных на уровне хранения. Это означает, что даже при физическом доступе к файлам базы данных злоумышленник не сможет их прочитать без соответствующего сертификата. Always Encrypted же защищает данные на уровне клиента, позволяя шифровать конкретные поля, такие как результаты поверки или статусы СИ, еще до их передачи в базу. Это особенно важно для конфиденциальной информации, которая должна оставаться недоступной даже для администраторов базы данных. Динамическое маскирование данных (Dynamic Data Masking) предоставляет возможность скрывать чувствительную информацию от пользователей, которым не требуется ее полный доступ. Например, метролог может видеть полные данные о СИ, тогда как инженер по качеству — только обобщенные показатели, что снижает риск их несанкционированного использования.

Аудит и логирование играют ключевую роль в обеспечении безопасности и соблюдении нормативных требований. В MS SQL Server реализована функциональность SQL Server Audit, которая позволяет фиксировать все операции изменения данных, включая обновление статусов СИ, редактирование результатов проверок и изменения прав доступа. Эти журналы аудита могут быть интегрированы с корпоративными системами мониторинга безопасности, что обеспечивает оперативное реагирование на подозрительные действия. Например, если система зафиксирует серию неудачных попыток входа в учетную запись администратора, это может свидетельствовать о попытке подбора пароля, что требует немедленного вмешательства службы безопасности предприятия. Кроме того, автоматические отчеты об аномалиях позволяют выявлять необычные сценарии использования системы, такие как массовое удаление записей или

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

изменение данных вне рабочих часов, что может указывать на внутренние угрозы или ошибки в бизнес-процессах.

#### Соответствие стандартам и законодательству

Реализация указанных мер безопасности в MS SQL Server обеспечивает соответствие требованиям как международных, так и национальных стандартов. В частности, система проектировалась с учетом положений ISO/IEC 27001, который устанавливает требования к управлению информационной безопасностью. Также были учтены нормы ГОСТ Р 51275-99, регламентирующие технические аспекты защиты информации. Благодаря этим стандартам, разработанная система не только соответствует современным требованиям к защите данных, но и готова к сертификации в рамках промышленных и законодательных норм.

#### Дополнительные меры безопасности

Помимо перечисленных, в MS SQL Server предусмотрены и другие механизмы, повышающие уровень безопасности:

- резервное копирование с шифрованием позволяет создавать защищенные копии базы данных, которые могут быть восстановлены только при наличии соответствующего ключа. Это снижает риски потери информации в случае аппаратных сбоев или кибератак.

- ограничение прав доступа через ролевую модель обеспечивает принцип минимальных привилегий: пользователи получают доступ только к тем данным и функциям, которые необходимы для выполнения их обязанностей.

- интеграция с системами мониторинга безопасности предприятия, такими как SIEM (Security Information and Event Management), позволяет централизованно управлять событиями аудита и оперативно реагировать на инциденты.

таким образом, применение механизмов безопасности в MS SQL Server позволило создать надежную инфраструктуру для хранения и обработки данных системы учета СИ. Реализованные меры не только защищают информацию от внешних и внутренних угроз, но и обеспечивают соответствие международным и национальным стандартам, что делает систему устойчивой к современным

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

киберугрозам и готовой к эксплуатации в условиях высоких требований к безопасности.

### **3.2 Реализация безопасности в системе учета средств измерений**

Обеспечение информационной безопасности в разработанной системе учета и контроля поверки СИ ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК) является одной из ключевых задач, поскольку данные о состоянии оборудования и результатах метрологических испытаний напрямую влияют на стабильность производственных процессов и качество выпускаемой продукции. Для защиты информации, поддержания её целостности и предотвращения несанкционированного доступа в системе реализован комплекс мер, соответствующих требованиям законодательства, международным стандартам и специфике промышленной автоматизации.

Реализация контроля доступа в системе основана на принципе минимальных привилегий, который заключается в предоставлении пользователям только тех прав, которые необходимы для выполнения их профессиональных обязанностей. Это позволяет минимизировать риски, связанные с несанкционированным изменением данных или нецелевым использованием информации.

Ролевая модель системы включает следующие категории пользователей:

- оператор: ограниченный уровень доступа, предназначенный для ввода данных о СИ, таких как результаты поверки, даты последнего испытания и текущий статус оборудования. Оператор не может изменять структуру базы данных или редактировать параметры системы;
- метролог: пользователь с более широким функционалом, включающим возможность обновления статусов СИ (например, изменение на «годен» или «требуется ремонт»), а также формирование актов поверки и протоколов испытаний;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- администратор: высший уровень доступа, позволяющий управлять пользователями, настраивать параметры системы, обновлять структуру базы данных и контролировать версии программного обеспечения.

Такое разделение ролей обеспечивает строгий контроль над тем, кто, что и как может изменить в системе, что снижает вероятность как случайных, так и умышленных ошибок. Дополнительно, для повышения безопасности, реализована интеграция с Active Directory, что позволяет использовать централизованное управление учетными записями сотрудников. Эта мера исключает необходимость дублирования логинов и паролей внутри системы и позволяет автоматически синхронизировать права доступа с корпоративными политиками предприятия. Например, при увольнении сотрудника его учетная запись блокируется в доменной сети, что автоматически ограничивает его доступ к системе учета СИ.

Шифрование данных реализовано на нескольких уровнях, что позволяет защитить информацию как в состоянии покоя, так и при передаче.

Transparent Data Encryption (TDE) применяется для шифрования всей базы данных, включая резервные копии. Это обеспечивает защиту информации даже в случае физического доступа к серверам, где хранятся данные. Например, если злоумышленник получит доступ к файлам БД, он не сможет их прочитать без наличия сертификата дешифрования.

Хэширование паролей осуществляется с использованием алгоритма bcrypt, который применяет технологию хэширования с солью. Это исключает возможность восстановления паролей даже в случае несанкционированного доступа к базе данных. Хэширование с солью гарантирует, что два одинаковых пароля будут представлены разными значениями в БД, что значительно усложняет атаки методом перебора.

Кроме того, для передачи данных между клиентской и серверной частью используется протокол HTTPS, который обеспечивает шифрование трафика с помощью TLS (Transport Layer Security). Это предотвращает прослушивание

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

данных третьими лицами и защищает информацию от модификации в процессе передачи.

Для обеспечения полной прозрачности действий пользователей и своевременного выявления потенциальных угроз в системе реализован механизм логирования и аудита.

Логирование действий включает запись всех операций изменения данных, таких как обновление статуса СИ, внесение результатов поверки или редактирование параметров оборудования. Эти данные хранятся в отдельной таблице базы данных и доступны только для чтения, что предотвращает их несанкционированное удаление или изменение. Логи содержат информацию о времени операции, типе действия и пользователе, который его выполнил.

Аналитика аномалий реализована через автоматическое уведомление о подозрительной активности. Например, система фиксирует множественные неудачные попытки входа, что может указывать на подбор паролей, а также отслеживает действия вне рабочего времени, что может свидетельствовать о внутренней угрозе. Эти данные интегрируются в корпоративные системы мониторинга безопасности (SIEM), что позволяет службе информационной безопасности предприятия оперативно реагировать на инциденты.

Для реализации аудита использовалась встроенная функциональность SQL Server Audit, которая обеспечивает гибкость в настройке политики записи событий. Например, можно отслеживать только операции изменения данных в таблице «Средства\_Измерений», что уменьшает объем логов и упрощает их анализ.

Помимо указанных выше, в системе предусмотрены дополнительные механизмы, направленные на повышение уровня защищенности данных:

- резервное копирование с шифрованием: создание резервных копий БД выполняется ежедневно с использованием скриптов, которые обеспечивают их актуальность и целостность. Все резервные копии шифруются, что предотвращает их использование в случае утечки;

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- физическая защита серверов: ограничение доступа к аппаратной инфраструктуре через системы видеонаблюдения, контроля доступа и разграничения зон ответственности;

- обучение персонала: внедрение внутренних политик безопасности, регулярное проведение инструктажей по работе с конфиденциальной информацией и контроль за соблюдением требований к защите данных.

Реализация мер информационной безопасности в системе учтена при разработке, с учетом следующих нормативных документов:

- федеральный закон №152-ФЗ «О персональных данных», который регламентирует обработку информации, относящейся к персональным данным. В системе учета СИ обрабатываются данные, которые могут быть классифицированы как конфиденциальные (например, результаты проверок, статусы оборудования), поэтому их защита является обязательной;

- ГОСТ Р 51275-99 «Защита информации. Общие технические требования» — стандарт, определяющий основные технические меры защиты информации. В рамках проекта соблюдены требования этого документа, включая шифрование, контроль доступа и логирование;

- ISO/IEC 27001 — международный стандарт управления информационной безопасностью. Система разработана в соответствии с принципами управления информационными рисками, предусмотренными этим стандартом, что делает её соответствующей требованиям глобальных производственных экосистем;

Таким образом, реализация мер информационной безопасности в системе учета СИ полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 51275-99, ISO/IEC 27001 и Федерального закона №152-ФЗ. Применение многоуровневой системы защиты, включающей шифрование данных, контроль доступа и механизм аудита, делает систему надежной и устойчивой к современным киберугрозам.

Кроме того, использование ролевой модели, интеграции с Active Directory и автоматического логирования действий пользователей позволяет не только обеспечить защиту информации, но и повысить прозрачность работы системы,

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

что особенно важно для промышленных предприятий, где точность и достоверность данных играют критическую роль. Реализованные меры соответствуют не только техническим, но и организационным требованиям, что делает систему готовой к эксплуатации в условиях строгого регулирования.

Эти аспекты обеспечивают соответствие системы требованиям промышленных стандартов и законодательства, а также создают основу для её дальнейшего развития и интеграции в более широкие корпоративные инфраструктуры.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## Заключение

В ходе дипломного проектирования разработана автоматизированная система учета и контроля поверки средств измерения компании ПАО «НЛМК», автоматизирующая организацию и управление учета средств измерений.

В ходе выполнения дипломного проекта были успешно реализованы следующие задачи:

- спроектировано электронное хранилище данных о метрологическом оборудовании, включая его характеристики, сроки поверки и результаты поверки;
- разработаны инструменты поиска и выбора данных по заданным параметрам;
- спроектированы формы отчетных документов необходимых для контроля средств измерений предприятия;
- спроектирован и адаптирован под заказчика интуитивно понятный интерфейс информационной системы.

Дипломный проект выполнен в полном объеме в соответствии с выданным заданием.

					ДП 09.02.07 210201 00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		