

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа Информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.02. Информационные системы и технологии  
Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Разработка подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании производственного оборудования в ЕАМ-системе «Rubius DrEAM»</b>

УДК 004.422.83:004.774:658.58

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Кудинов Антон Викторович	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.филос.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Король Ирина Степановна	к.х.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Марков Николай Григорьевич	д.т.н.		

## Запланированные результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критерии АИОР
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
Р1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-1, ПК 8-12, ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.1), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей
Р2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-5, ПК-7, ОК-3), критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	Требования ФГОС 3+ (ОПК-2,6, ПК-1, ОК-1), критерий 5 АИОР (п. 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-3,4, ПК-2,3, ОК-2), критерий 5 АИОР (п. 1.6, п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
<b>Профессиональные компетенции</b>		
Р5	Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии проектирования геоинформационных систем (ГИС) или промышленного программного обеспечения.	Требования ФГОС 3+ (ПК-1,2,3, ОПК-2, ОК-1), критерий 5 АИОР (п.1.3), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.

P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания интеллектуальных ГИС и ГИС технологии или промышленного программного обеспечения с использованием методов системной инженерии.	Требования ФГОС 3+ (ПК-7-13, ОПК-1, ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.4), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения ГИС и ГИС технологий или промышленного программного обеспечения с использованием методов и средств системной инженерии, осуществлять подготовку и обучение персонала.	Требования ФГОС 3+ (ПК-4,17, ОПК-6, ОК-4,7), критерий 5 АИОР (п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P8	Формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики ГИС и ГИС технологий или системной инженерии программного обеспечения. Разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач. Организовывать взаимодействие коллективов, принимать управленческие решения, находить компромисс между различными требованиями, как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании.	Требования ФГОС 3+ (ПК-5,6,14,15,16, ОПК-1,2, ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей
<b>Общекультурные компетенции</b>		
P9	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.	Требования ФГОС 3+ (ОК-4,7, ПК-8-12, ОПК-1,6), критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.3, п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P10	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.	Требования ФГОС 3+ (ОК-3, ПК-7, ОПК-4,5), критерий 5 АИОР (п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P11	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1,5, ПК-1, ОПК-2), критерий 5 АИОР (п. 2.4, п. 2.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы 4 студентов, отечественных и зарубежных работодателей.

Р12	<p>Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.</p>	<p>Требования ФГОС 3+ (ОК-2,6, ПК-2,3, ОПК-3), критерий 5 АИОР (п. 2.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.</p>
-----	---	---

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа Информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.02. Информационные системы и технологии  
Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Марков Н.Г.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ6А	Копейкиной Веронике Юрьевне

Тема работы:

Разработка подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании производственного оборудования в ЕАМ-системе «Rubius DrEAM»
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Задание на выполнение магистерской диссертации
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Анализ предметной области, связанной с паспортизацией оборудования в ЕАМ-системах;</li><li>2. Требования к разрабатываемой системе;</li><li>3. Проектирование архитектуры подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании оборудования;</li></ol>

	<p>4. Описание и выбор инструментов реализации;</p> <p>5. Реализация информационной системы;</p> <p>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</p> <p>7. Социальная ответственность</p>
<b>Перечень графического материала</b>	Диаграмма компонентов ИС, диаграмма классов, презентация в формате .pptx
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Король Ирина Степановна
Раздел на иностранном языке	Комиссарова Ольга Валентиновна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Аналитический обзор (Analytical review)	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Кудинов Антон Викторович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.04.02. Информационные системы и технологии  
 Уровень образования Магистратура  
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий  
 Период выполнения Осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация
--------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2018	Анализ предметной области, связанной с паспортизацией оборудования в ЕАМ-системах;	10
19.02.2018	Проведение анализа аналогов системы, выявление наиболее востребованных функциональных характеристик	5
25.02.2018	Формулировка требований к разрабатываемой подсистеме веб-доступа;	10
05.03.2018	Проектирование архитектуры подсистемы;	10
30.04.2018	Реализация необходимого функционала подсистемы веб-доступам к данным о ремонте и обслуживании оборудования	40
03.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
10.05.2018	Социальная ответственность	5
17.05.2018	Обязательное приложение на иностранном языке	5
01.06.2018	Оформление пояснительной записки	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Кудинов Антон Викторович	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОИТ	Марков Николай Григорьевич	Д.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОИТ</b>
Уровень образования	Магистр	Направление подготовки	09.04.02.Информационные системы и технологии

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): человеческих;</p> <p>2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений;</p>	
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;</p>	<p>1. Потенциальные потребители результатов исследования;</p> <p>2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.</p>
<p>2. Планирование научно-исследовательских работ;</p>	<p>1. Структура работ в рамках научного исследования;</p> <p>2. Определение трудоемкости выполненных работ;</p> <p>3. Разработка графика проведения научного исследования;</p> <p>4. Формирование бюджета научно-технического исследования.</p>
<p>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</p>	<p>Расчет интегральных показателей разработки и сравнительной эффективности вариантов исполнения.</p>



<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.филос.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОИТ</b>
Уровень образования	Магистр	Направление подготовки	09.04.02 Информационные системы и технологии

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Подсистема веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании производственного оборудования в ЕАМ-системе Rubius DrEAM. Область применения – IT.
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>1.1. Выявленные вредные факторы:</p> <p>1.1.1. Электромагнитное излучение.</p> <p>1.2. Выявленные опасные факторы:</p> <p>1.2.1. Электрический ток;</p> <p>1.2.2. Опасность возникновения пожара.</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность</b></p>	<p>2. Влияние объекта исследования на окружающую среду.</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <p>3.1. Выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>3.2. Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p>	<p>3.1. Описание наиболее типичной чрезвычайной ситуации – пожара.</p> <p>3.2. Мероприятия по предотвращению наиболее типичной чрезвычайной ситуации – пожара.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <p>4.1. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>4.1. Выявление основных требований к рабочему помещению.</p> <p>4.2. Выявление основных требований к рабочему месту.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Король Ирина Степановна	К.Х.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 131 страницу, 39 рисунков, 25 таблиц, 28 источников.

Ключевые слова: паспортизация, паспорт объекта, EAM-система, нормативы, события, QR-коды, ремонтные работы, обслуживание оборудования.

Цель данной работы – проектирование и реализация подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании производственного оборудования в EAM-системе «Rubius DrEAM».

В процессе исследования произведен анализ предметной области, связанной с паспортизацией оборудования в EAM-системах, сформированы требования к информационной системе, проведены все этапы проектирования архитектуры подсистемы, реализованы функциональные возможности системы.

Разработанное программное обеспечение имеет практическое значение для организаций, занимающихся ремонтными работами и обслуживанием оборудования. Подсистема веб-доступа позволит пользователям системы осуществлять получение необходимой информации об объектах оборудования, осуществлять поиск оборудования, просматривать паспортизацию оборудования и связанные объекты с возможностью использования системы на мобильных устройствах.

## Сокращения и определения

ИС – информационная система;

СУБД – система управления базами данных;

БД – база данных;

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт;

ЕАМ-система (Enterprise Asset Management System) – система управления основными фондами предприятия.

ОЭ – объект эксплуатации;

ТО – техническое обслуживание;

SQL – Structured Query Language;

MVC (Model-View-Controller) – схема разделения данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента;

АСУ – автоматизированная система управления;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;

## Оглавление

Введение.....	16
1 Анализ предметной области, связанной с паспортизацией оборудования в ЕАМ-системах .....	18
1.1 Задачи паспортизации в ЕАМ-системах .....	18
1.2 Задачи, решаемые информационной системой Rubius DrEAM.....	20
1.3 Архитектура системы Rubius DrEAM .....	22
1.4 Распознавание QR-кодов оборудования .....	23
1.5 Обзор существующих ЕАМ-систем.....	24
1.5.1 «Галактика ЕАМ» .....	24
1.5.2 «NERPA ЕАМ» .....	28
1.5.3 «Global ЕАМ» .....	31
1.5.4 «SAP TOPO».....	34
1.5.5 «1С: ТОиР».....	36
1.5.6 «ТОиР SYS-PROG» .....	40
1.5.7 Выводы по обзору аналогов .....	42
2 Требования к системе .....	45
2.1 Группы требований .....	45
2.[F] Общие функциональные требования к системе.....	45
2.[DP] Требования к отображению паспорта объекта.....	46
2.[DE] Требования к отображению событий.....	46
2.[DD] Требования к отображению документов.....	47
2.[DN] Требования к отображению нормативов.....	48
2.[RU] Требования к регистрации пользователей в системе .....	48
2.[AU] Требования к авторизации пользователей в системе.....	49
3 Проектирование подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании оборудования .....	50
3.1 Проектирование базы данных .....	50
3.2 Архитектурное представление развертывания.....	58
3.3 Компонентное архитектурное представления .....	60
3.4 Проектирование управления доступом .....	61
4 Описание и выбор инструментов реализации .....	64

5	Реализация подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании оборудования .....	67
5.1	Реализованная архитектура подсистемы веб-доступа .....	67
5.2	Реализованные функции при работе с базой данных .....	68
5.3	Разработанные функциональные возможности информационной системы.....	72
5.3.1	Регистрация пользователей .....	72
5.3.2	Авторизация пользователей .....	73
5.3.3	Поиск производственного объекта .....	74
5.3.4	Паспортизация производственного оборудования .....	74
5.3.5	Управление событиями.....	75
5.3.6	Управление нормативами .....	76
5.3.7	Распознавание QR-кодов .....	78
6	Финансовый менеджмент,ресурсоэффективность и ресурсосбережение	80
6.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	81
6.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	85
6.3	Планирование научно-исследовательских работ .....	85
6.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	95
7	Социальная ответственность .....	99
7.1	Производственная безопасность .....	100
7.2	Экологическая безопасность .....	105
7.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	106
7.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	108
	Заключение .....	111
	Список используемых источников.....	112
	Приложение А .....	116

## Введение

Производственным предприятиям для эффективного управления необходима информационная система, с помощью которой можно управлять полным жизненным циклом любого вида активов: зданиями и сооружениями, промышленным оборудованием, транспортным парком, элементами инженерной инфраструктуры, ИТ-оборудованием и прочими элементами инфраструктуры.

Для решения подобного рода задач принято применять EAM-системы. Внедрение системы позволит управлять рисками, сократить простой оборудования и складские запасы, организовать прозрачный управленческий учет активов, планировать и контролировать исполнение бюджета в части приобретения активов и их обслуживания, координировать ремонтные и эксплуатационные работы. Мировой опыт показывает, что внедрение позволяет до 20% сократить простой оборудования, до 30% увеличить срок его полезного использования, до 80% повысить долю плановых ремонтов, на треть сократить аварийные и сверхурочные работы [1].

Компанией Rubius [2] для решения подобного ряда задач была создана информационная система Rubius DrEAM [3]. Система Rubius DrEAM имеет клиент-серверную двухзвенную архитектуру. Клиентская часть состоит из настольного программного обеспечения и сервисов, а серверная часть состоит из БД и СУБД. Для пользователей информационной системой Rubius DrEAM имеется необходимость использования системы по месту осуществления работ, т.е. предоставления удаленного распределенного доступа. Поэтому имеется необходимость в разработке подсистемы веб-доступа для работы с активами предприятия при помощи этой системы.

Целью работы является проектирование и реализация подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании производственного оборудования в EAM-системе Rubius DrEAM. Для достижения



поставленной цели требуется решить следующие задачи: изучение и анализ предметной области, выявление и документирование требований к системе, проектирование архитектуры подсистемы, выбор программных средств и технологий разработки, реализация намеченных функциональных возможностей системы.

Данная подсистема позволит пользователям системы осуществлять получение необходимой информации об объектах оборудования, осуществлять поиск оборудования, просматривать паспортные характеристики оборудования и связанные объекты с возможностью использования системы на мобильных устройствах. Осуществление такого доступа может положительно сказаться на оперативности принятия решений и предоставлении конечному пользователю необходимой информации о ремонтных работах и обслуживании оборудования.

# **1 Анализ предметной области, связанной с паспортизацией оборудования в ЕАМ-системах**

## **1.1 Задачи паспортизации в ЕАМ-системах**

Enterprise Asset Management (ЕАМ) – систематическая и скоординированная деятельность организации, нацеленная на оптимальное управление физическими активами и режимами их работы, рисками и расходами на протяжении всего жизненного цикла для достижения и выполнения стратегических планов организации [4].

ЕАМ-система – прикладное программное обеспечение управления основными фондами предприятия в рамках стратегии ЕАМ. Его применение ориентировано на сокращение затрат на техническое обслуживание, ремонт и материально-техническое обеспечение без снижения уровня надёжности, либо повышение производственных параметров оборудования без увеличения затрат.

ЕАМ-системы позволяют согласованно управлять следующими процессами:

- техническим обслуживанием и ремонтом;
- материально-техническим снабжением;
- управлением складскими запасами (запчастями для технического обслуживания);
- управлением финансами, качеством и трудовыми ресурсами в части технического обслуживания, ремонтов и материально-технического обеспечения [4].

Основными функциями ЕАМ-систем являются:

- формирование целостной базы оборудования и нормативно-справочной информации по его обслуживанию;
- составление плана мероприятий по техническому обслуживанию и ремонтам оборудования (ТОРО);
- организация заявочной компании;

- наблюдение за процессами обслуживания и ремонта оборудования;
- контроль фактических затрат в разрезе объектов и мероприятий;
- фиксация главных технологических подходов в работе оборудования (выходы из строя, простои);
- прорабатывание требующихся мероприятий по обслуживанию на базе данных АСУТП;
- обеспечение передачи необходимой информации в ERP;
- проведение оценки информации по ТОРО и организация корпоративной отчетности [5].

Одной из классических задач, решаемых ЕАМ-системами, является задача паспортизации оборудования.

Под паспортами объектов понимаются стандартные эксплуатационные документы, регламентируемые отраслевыми стандартами, поэтому ЕАМ-системы ориентированы на хранение и поддержание актуальных электронных версий паспортов объектов.

Паспортизация оборудования обычно включает в себя следующие этапы:

- поиск, отбор и просмотр данных об оборудовании в соответствии с различными способами классификации;
- ввод и корректировка перечней технических и стоимостных характеристик для различных видов оборудования, запасных частей и материалов;
- ввод и корректировка паспортных данных о типовых и индивидуальных характеристиках экземпляров оборудования;
- учет нормативно-справочных данных о техническом обслуживании и ремонтах оборудования;
- ведение данных об истории ремонта, модернизации, а также о выполненных при этом работах;

- выдача отчетов и сводок в различных разрезах о составе оборудования, его характеристиках и истории [5].

## 1.2 Задачи, решаемые информационной системой Rubius DrEAM

Rubius DrEAM – система по управлению техническим обслуживанием и ремонтами оборудования (ТОиР) [6].

Информационная система Rubius DrEAM предназначена для автоматизации работы служб, ответственных за исправное техническое состояние оборудования, и решает следующие основные задачи: паспортизация оборудования, планирование, исполнение и контроль, проведение анализа и формирования требуемой отчётности.

### 1.2.1 Паспортизация оборудования

Rubius DrEAM позволяет вести конфигурируемые паспорта оборудования (рисунок 1) и учитывать его технические характеристики, нормативы обслуживания, а также дефекты, отказы, остановки и простои. Для наглядности и быстрой навигации иерархическая структура оборудования может быть представлена в виде деревьев, таблиц, списков.

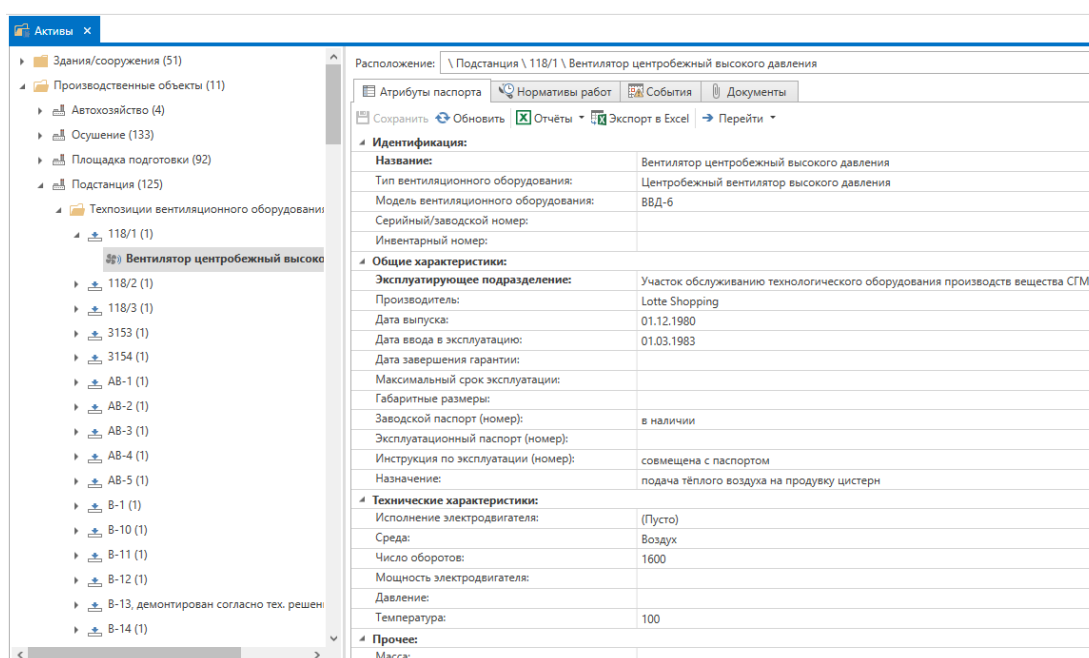


Рисунок 1 – Паспорт оборудования

### **1.2.2 Планирование**

На основе нормативов или информации о фактической наработке оборудования Rubius DrEAM автоматически рассчитывает планы-графики ремонтов, осмотров или обслуживания оборудования. Планы-графики могут быть спланированы на месяц, квартал или год. Система позволяет синхронизировать работу смежных служб (механики, энергетики, технологи и т.д.) и автоматизирует выдачу нарядов-допусков на работы.

### **1.2.3 Исполнение и контроль**

Благодаря электронным журналам работ и сводке об исполнении проектов производства работ можно в реальном времени отслеживать ход выполнения планов. Исполнителям предоставляется возможность отчитываться о выполненных работах и получать уведомления о приближающихся или простроченных заданиях. Автоматизируются процессы осмотра оборудования и внесение информации о дефектах.

### **1.2.4 Анализ и отчётность**

Встроенный аналитический модуль позволяет производить план-фактный анализ исполнения планов, планировать потребности в материально-технических ресурсах, рассчитывать оптимальные сроки выполнения работ. Модуль построения отчётности позволяет создавать типовые и конфигурируемые отчёты, экспортировать их в форматы Excel или Web.

Rubius DrEAM интегрируется с ERP-системами и системами складского учёта для формирования заявок на материально-технические ресурсы. Кроме того, в системе хранится весь электронный архив нормативно-технической документации с привязкой к оборудованию и работам.

Основными сферами применения данной системы являются следующие отрасли: строительство, нефтегазовая и перерабатывающая

отрасль промышленности, энергетика, химические производства и машиностроение [6].

### 1.3 Архитектура системы Rubius DrEAM

Информационная система Rubius DrEAM имеет двухзвенную клиент-серверную архитектуру. На рисунке 2 представлена диаграмма общих компонентов.

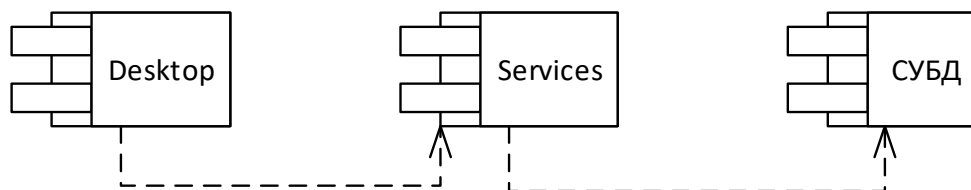


Рисунок 2 – Диаграмма компонентов

Компонент «Desktop» (настольное приложение) является настольным программным обеспечением и располагается на стороне клиента. Компонент «Services» (сервисы) также располагается на стороне клиента и представляет собой сервисы, которые обеспечивают доступ к данным. Компонент «СУБД» располагается на стороне сервера и представляет собой СУБД с необходимой базой данных.

Через пользовательский интерфейс настольного приложения запрашиваются данные, требуемые клиентом, с помощью сервисов данные извлекаются из базы данных. СУБД обрабатывает запросы, поступающие от сервисов и выдаёт полученный результат сервисному компоненту, который в свою очередь выдаёт результат настольному приложению.

Для расширения существующей системы будет добавлен веб-компонент, который будет взаимодействовать с существующей базой данных. Пользователь будет запрашивать данные не через клиентское приложение, а через веб-приложение, будет происходить обращение к разрабатываемой компоненте сервисов по требованию пользователя и отображение результата в веб-компоненте.

## 1.4 Распознавание QR-кодов оборудования

Для осуществления быстрой идентификации оборудования в подсистеме веб-доступа будет доступен функционал по распознаванию QR-кодов графических меток на оборудовании.

QR-код – считываемая машиной оптическая метка, содержащая информацию об объекте, к которому она привязана [7].

QR-код может хранить в себе: любую текстовую информацию, закодированную с помощью букв, цифр или специальных символов, ссылки на веб-страницы, телефонные номера, описания товаров, характеристики оборудования и другое.

Именно из-за такого разнообразия QR-код используется в различных сферах: продажа товаров, развлечения, туризм, производство [8].

Основное достоинство QR-кода – это легкое распознавание сканирующим оборудованием. Достаточно запустить программу считывания QR-кода, навести объектив мобильного устройства на QR-код и получить быстрый доступ к информации об объекте.

Таким образом, QR-код выполняет сразу несколько важных функций:

- позволяет автоматически считывать различные данные;
- помещает большое количество информации в небольшое изображение (4296 символов).

Распознавание QR-кодов графических меток на оборудовании позволит осуществлять быстрый поиск данных об оборудовании в подсистеме.

## **1.5 Обзор существующих EAM-систем**

Так как целью создания системы веб-доступа к данным о ремонте и обслуживании оборудования является дополнение системы Rubius DrEAM дополнительным функционалом, возникла необходимость проанализировать системы-аналоги с целью поиска лучших практик организации веб-доступа к данным в EAM-системах. В обзоре был сделан упор на паспортизацию оборудования, функциональные возможности в рамках веб-доступа и мобильных приложений.

Рассматривались следующие EAM-системы, получившие наиболее широкое распространение:

- Галактика EAM;
- NERPA EAM;
- Global EAM;
- SAP TOPO;
- 1С: ТОиР;
- ТОиР SYS-PROG.

### **1.5.1 «Галактика EAM»**

Система управления производственными активами «Галактика EAM» используется для оценки технического состояния производственных объектов, планирования ремонта и уменьшения затрат на техническое обслуживание.

EAM контролирует уровень надежности оборудования по показателям эффективности эксплуатации.

В данной информационной системе имеются следующие возможности, не описанные ранее:

- прогнозирование вероятности отказа оборудования на основе вероятностных моделей;
- оценка производственных рисков;



- анализ эффективности управления производственными активами [7].

При разработке использована платформа XAFARI (.NET 4, XAF Application Framework, C#).

### 1.5.1.1 Паспортизация в «Галактика ЕАМ»

Ключевым звеном системы «Галактика ЕАМ» является базы данных оборудования (БДО) - паспортизация в электронном виде.

Иерархия объектов базы данных оборудования (БДО) (рисунок 3) должна наглядно отображать существующие и устоявшиеся логические связи между производственными подразделениями завода и смонтированного в них оборудования. Оборудование структурируется в иерархию для облегчения поиска, а также с целью возможности сбора данных по затратам снизу-вверх и получения аналитической информации разной глубины [9].



Рисунок 3 – Иерархия объектов БДО

Для однотипных объектов используется описание моделей с типовыми техническими характеристиками и свойствами, которые наследуются от модели к объектам. Паспортизация оборудования (БДО) представлена на рисунке 4.

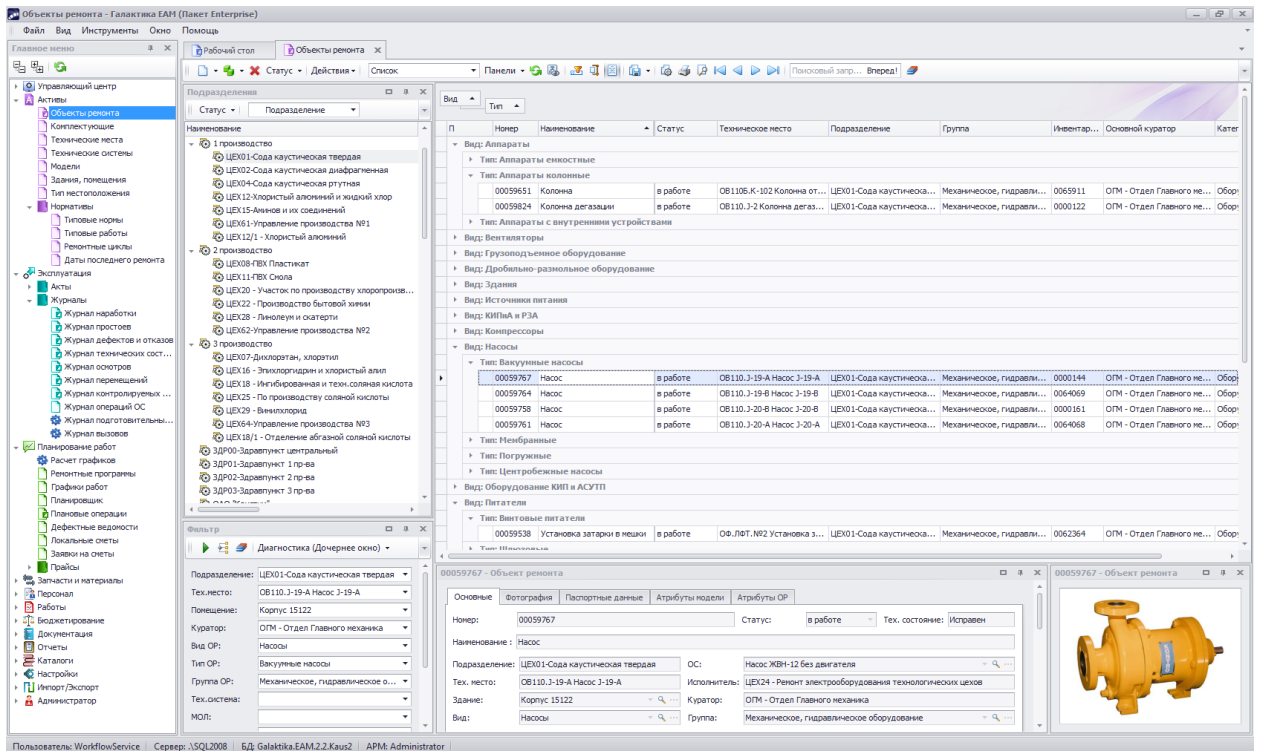


Рисунок 4 – Паспортизация оборудования

Каждый объект ремонта содержит описание паспортных характеристик, технических параметров, классификацию и состав по узлам и комплектующим. Паспорт объекта со всей историей представлен на рисунке 5.

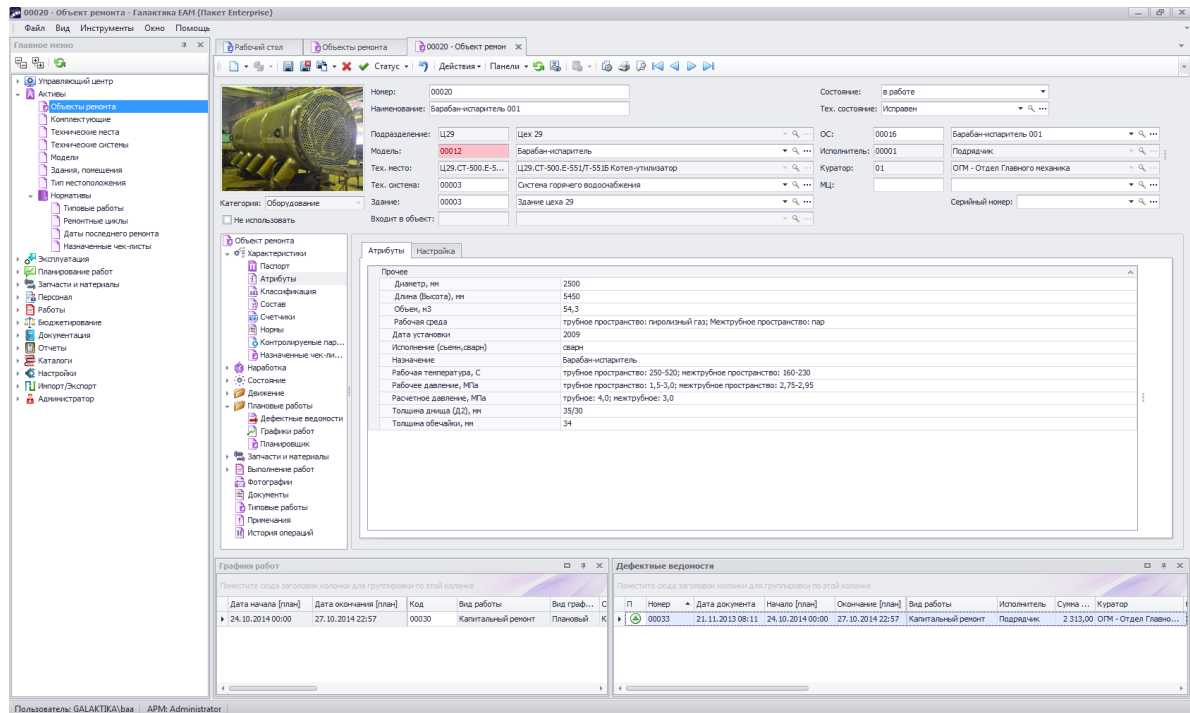


Рисунок 5 – Паспорт объекта с историей

### 1.5.1.1.1 Паспортизация в веб-приложении «Галактика ЕАМ»

Помимо настольного приложения существует также веб-клиент (рисунок 6).

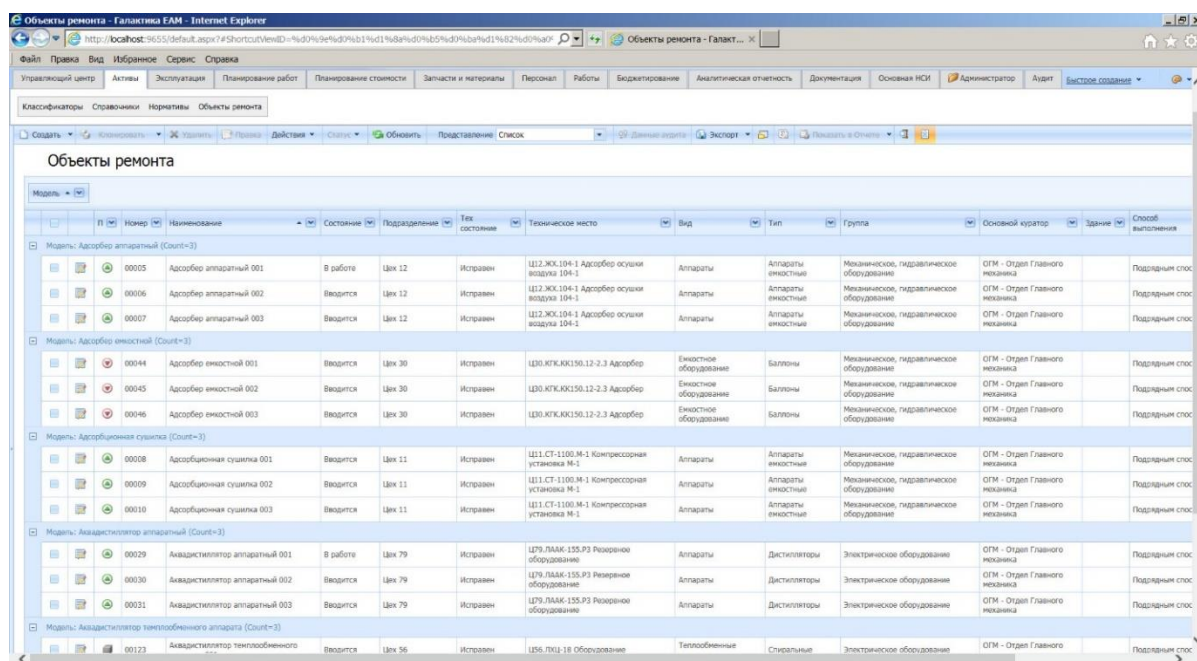


Рисунок 6 – Возможность использования веб-клиента

В рамках веб-клиента доступны следующие функции:

- ввод и корректировка технических характеристик для различных видов оборудования;
- просмотр данных об оборудовании с возможностью сортировки по наименованию и многим другим характеристикам;
- ведение данных о дефектах объекта, модернизации, а также о выполненных при этом работах [9].

### 1.5.1.1.2 Паспортизация в мобильном приложении «Галактика ЕАМ»

Также существует мобильный клиент (рисунок 7) для решения производственных задач:

- управления эксплуатационными обходами;
- инвентаризацией и МТО;
- сбора данных по оборудованию;

- диагностики.

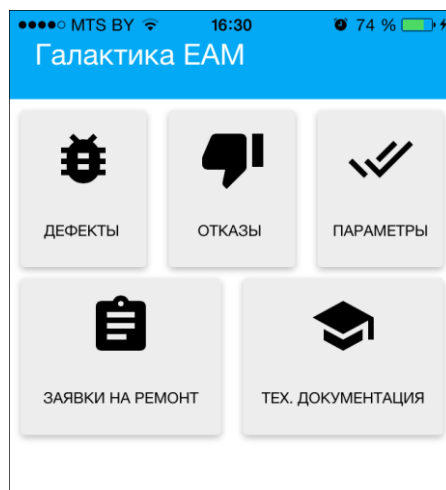


Рисунок 7 – Возможность использования мобильного клиента

Мобильное приложение полностью поддерживает весь функционал EAM-системы «Галактика». Принцип работы приложения прост: если во время обхода сотрудник заметил поломку, он может ее сфотографировать и отправить бригаде файл с заданием ее устранить. В свою очередь, у бригады будет доступ ко всей актуальной информации по целевому объекту: когда его строили, сколько раз уже чинили. После завершения ремонта, приложение отправляет на выделенный сервер все данные о проведенных работах, где уже происходит проверка данных и формирование всей необходимой отчетной документации. Помимо этого, руководство в режиме, близком к режиму реального времени, будет получать все данные о текущем местоположении бригад и их действиях [10].

### 1.5.2 «NERPA EAM»

NERPA EAM – модульная информационная система учёта и управления производственными активами предприятия, разработанная отечественными специалистами. Функции системы охватывают полный цикл операций по управлению активами, включая финансовую, справочную и отчётную информацию.

Основные функциональные возможности системы NERPA EAM, не описанные ранее:

- управление ремонтным персоналом;
- управление сервисным обслуживанием оборудования;
- отчеты по ТОиР [11].

#### **1.5.2.1 Паспортизация в «NERPA EAM»**

В системе осуществляется учет технологического и производственного оборудования, электрооборудования, электромеханического и технического оборудования, энергетического, газового и холодильного оборудования, инструментов, средств измерения, транспортных средств. Подробное описание всех видов оборудования на предприятии представлено в карточках учета оборудования (рисунок 8). В системе можно просмотреть регламенты, нормативы и историю технического обслуживания и ремонта каждой единицы оборудования.

Карточка оборудования включает в себя следующую информацию:

- основную информацию: идентификационные данные, эксплуатационные данные;
- функции актива;
- состав актива: другое оборудование и узлы, входящие в его состав;
- регламенты обслуживания;
- заказ-наряды на обслуживание актива (сведения о проводимых осмотрах, ремонтах);
- состояние оборудования, наработка, контрольные показатели;
- историю изменений в системе учета оборудования и инструментов на предприятии;
- комментарии;
- прикрепленные документы (ремонтная документация и прочая). Возможность прикрепления к карточкам учета технологического,

производственного и прочего оборудования снимков оборудования и любых других видов электронных документов.

The screenshot displays a web application window titled 'Актив' (Assets). The interface includes a navigation menu with tabs: 'Основное', 'Функции актива', 'Состав', 'Обслуживание', 'Заказ-наряды', 'История изменений', 'Документы', and 'Комментарии'. The main content area is divided into several sections:

- Идентификационные данные** (Identification data):
  - Заводской номер \* (Factory number): as-a177
  - Инвентарный номер \* (Inventory number): 221216\_3
  - Модель (Model): Станок заточный МЕТАВО DSD 200
  - Описание (Description): Напряжение питания 380 В, Потребляемая мощность 0,75 кВт
- Состояние** (Status):
  - Статус (Status): В эксплуатации
  - Состояние (Condition): Исправен
- Эксплуатационные данные** (Operational data):
  - Отв. за эксплуатацию (Responsible for operation): Иванов И.И.
  - Ответственный за учёт (Accounting officer): Иванов И.И.
  - Место эксплуатации \* (Location): ООО "СМК"ЦМ СМК
  - Дата ввода в эксплуатацию (Date of commissioning): 2016-12-20 12:00
  - Тех. позиция (Technical position): 10276892; assa335; 211216\_2; Система оборудования предпри.
- Приобретение** (Acquisition):
  - Дата покупки (Purchase date): 2016-12-07 12:00
  - Дата начала гарантии (Warranty start date): 2016-12-19 12:00
  - Дата окончания гарантии (Warranty end date): 2017-01-08 12:00
  - Стоимость при покупке (Purchase cost): [empty field]

At the bottom right, there are buttons for 'Открыть', 'OK', 'Сохранить', and 'Отмена'.

Рисунок 8 – Карточка оборудования

### 1.5.2.1.1 Паспортизация в веб-приложении «NERPA EAM»

Кроме настольного приложения также имеется возможность работы с системой через веб-браузер.

В рамках веб-клиента доступны следующие функции:

- поиск, отбор и просмотр данных об оборудовании в соответствии с различными способами классификации;
- ввод и корректировка паспортных данных о типовых и индивидуальных характеристиках экземпляров оборудования;
- привязка оборудования к организационной структуре предприятия (указание ответственных за эксплуатацию и обслуживание, указание материально-ответственных лиц);
- привязка оборудования к физической структуре предприятия (указание адресов, зданий, помещений, на которых эксплуатируется и располагается в настоящее время объект);

- получение своевременной информации по регламентам обслуживания, заказам-нарядам на обслуживание актива, истории изменений и прикрепленным документам;
- возможность прикрепления к карточкам оборудования снимков оборудования.

### **1.5.3 «Global EAM»**

Программный комплекс управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования предприятия Global-EAM (ТОиР) является отечественным программным продуктом, разрабатываемым компанией «Бизнес Технологии» для информационного обеспечения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Область применения системы – предприятия промышленности, энергетики, транспорта, а также любые предприятия и организации, в которых требуется автоматизировать функции технического учета оборудования, планирования процессов эксплуатации и ремонта, хранения технической документации [12].

Решаемые системой «Global EAM» задачи, не описанные ранее:

- обеспечение административного, оперативного и ремонтного персонала оперативной и ретроспективной информацией, необходимой для принятия решений при проведении работ по ТО и ремонту оборудования;
- автоматизация получения аналитических отчетов и типовых документов по принятым формам;
- точная оценка потребности в материалах и комплектующих и заказа своевременной их поставки, с целью исключить простои в работе оборудования.

### 1.5.3.1 Паспортизация в «Global EAM»

Паспорта объектов являются стандартными эксплуатационными документами, регламентируемыми отраслевыми стандартами. Поэтому EAM-система «Global» ориентирована на хранение и поддержание электронных версий актуальных паспортов объектов. Представления данных по оборудованию максимально приближены к фактическим формам паспортов технологического оборудования, согласно принятым отраслевым стандартам. Пользователь самостоятельно может указывать набор запрашиваемых и хранимых паспортных данных для разных типов оборудования.

Паспорт объекта представлен на рисунке 9.

Паспорт содержит:

- основную справочную информацию (наименование, техническое место, тип оборудования, модель и т.д.);
- перечень разделов паспорта;
- основные данные единицы оборудования – характеристики, присущие всем видам оборудования;
- список характеристик оборудования данного вида и модели.

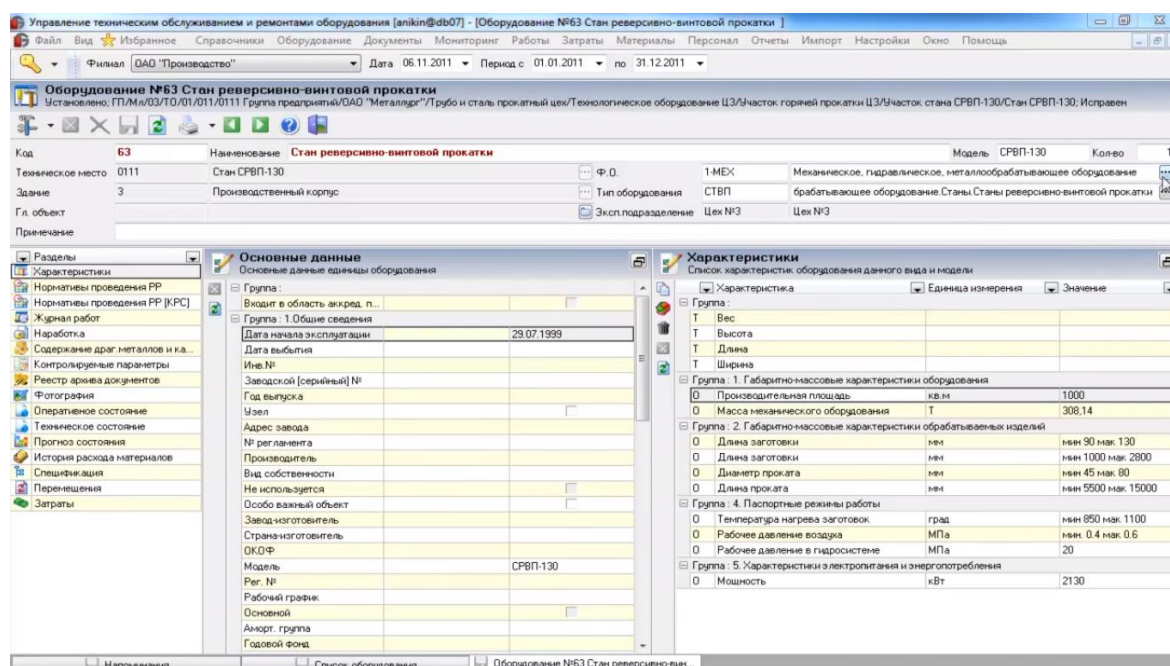


Рисунок 9 – Паспорт объекта в системе «Global EAM»



### 1.5.3.1.1 Паспортизация в мобильном приложении «Global EAM»

Кроме настольного приложения имеется также мобильное приложение. Мобильное приложение для операционной системы Android - дополняющий сервис для системы управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования «Global-EAM», позволяющий со смартфона или планшета:

- оформить заявку на выполнение каких-либо работ (сообщить об обнаруженной неисправности) и отслеживать в будущем статус ее выполнения (рисунок 10);
- получить справочную информацию об оборудовании;
- получить задание на выполнение работы и занести результат ее выполнения;
- зафиксировать в ходе осмотра оборудования значение контролируемых параметров его режима работы.

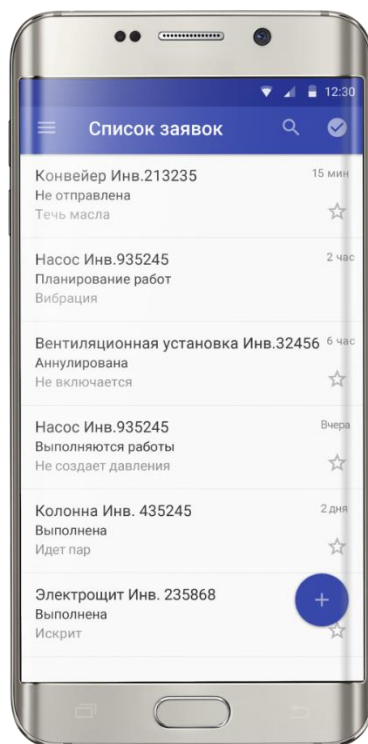


Рисунок 10 – Список заявок в мобильном приложении «Global EAM»

#### **1.5.4 «SAP ТОРО»**

SAP ТОРО – это модуль технического обслуживания и ремонта оборудования компании. В модуле SAP ТОРО объектом технического обслуживания может являться как собственное оборудование компании, так и принадлежащее другим организациям, заказывающим услуги по техобслуживанию. Решение компании SAP фиксирует историю ТОРО. Затем эта информация позволяет запланировать мероприятия по обслуживанию и ремонту.

SAP ТОРО позволяет осуществить следующие функции, не описанные ранее:

- обеспечить формирование заявок на закупку материалов в необходимых количествах и ассортименте;
- обеспечить учет и контроль выполнения ремонтных работ, в том числе контроль выполнения проведенных ремонтов, подтверждение фактического количества часов, затраченных на проведение ремонтных работ;
- вести управление закупками (составить графики закупок для обеспечения своевременной поставки материалов и запчастей для ремонта и технического обслуживания оборудования);
- планировать численность персонала и иных видов материальных ресурсов, необходимых для ТОРО [13].

##### **1.5.4.1 Паспортизация в мобильном приложении «SAP ТОРО»**

SAP Work Manager – мобильное приложение для диагностики, технического обслуживания, ремонта приборов и оборудования посредством использования мобильных устройств.

Продукт обеспечивает:

- обслуживание, ремонты, обходы/инспекции оборудования;

- информацию о местоположении оборудования, истории ремонтов, детали заказа, требуемых материалах;
- контроль технического состояния: фиксация дефектов, ввод измерений, фото, видео;
- списание отработанного времени (индивидуально или на бригаду);
- создание заказов с устройства, фиксация внеплановых работ;
- мобильный склад (опционально), учет и списание ТМЦ;
- обслуживание и ввод показаний приборов учета (интеграция с SAP IS-U);
- бесшовную интеграцию с SAP ERP;
- работу как в онлайн-, так и в офлайн-режиме;
- поддержку GPS, штрих-кодов, RFID;
- интеграцию с ESRI ArcGIS и SAP 3D Visual Enterprise [14].

Основное меню приложения представлено на рисунке 11.

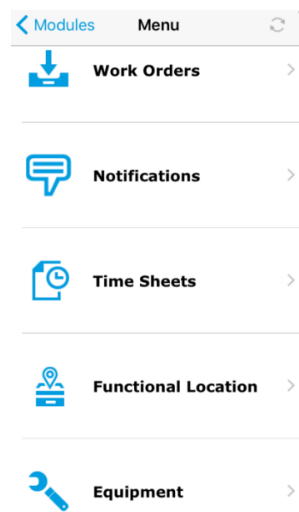


Рисунок 11 – Основное меню приложения SAP Work Manager

При нажатии на любое оборудование отображается паспорт объекта с необходимыми атрибутами (рисунок 12).

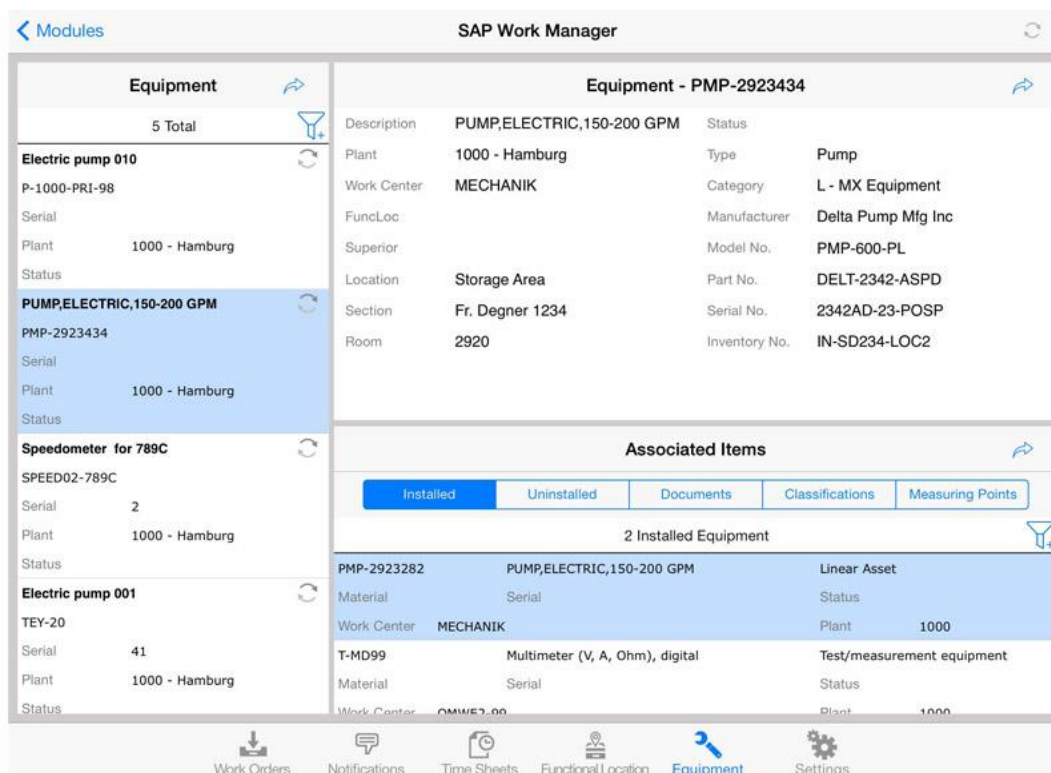


Рисунок 12 – Паспорт оборудования в SAP Work Manager

### 1.5.5 «1С: ТОиР»

Система «1С ТОиР Управление ремонтами» создавалась как комплекс, позволяющий эффективно управлять основными фондами и активами предприятия, то есть данная разработка относится к ЕАМ-системам. «1С ТОиР» позволяет организовать управление техобслуживанием и ремонтами различного оборудования и технологических систем в различных отраслях промышленности и народного хозяйства.

Внедрение «1С ТОиР» на предприятии приведёт к автоматизации всех видов деятельности, связанной с ремонтами и обслуживанием, таких как:

- формирование сводной отчётности, бизнес-аналитика, отчёты по использованию собственности предприятия, отражаемой в активе баланса;

- управление заказ-нарядами на проведение работ, учёт ремонтных работ, формирование разрешений на проведение опасных ремонтных работ и отслеживание состояния по ним;
- учёт кадров предприятия (программа позволяет рассчитывать количество персонала, необходимого для тех или иных видов ремонтов, кроме этого программа ведёт учёт и эксплуатационного персонала);
- планирование и учёт сроков. Для того, чтобы обеспечить сохранность и работоспособность оборудования в течение всего срока его жизни, необходимо регулярное ТО, для чего программа позволяет вести календарное планирование будущих регулярных ТО и ремонтов. Такие работы позволят поддержать необходимый нормативный уровень, техническое состояние и работоспособность оборудования;
- управление эксплуатационными показателями (программа позволяет консолидировать и анализировать данные о текущем состоянии оборудования).

### **1.5.5.1 Паспортизация в «1С: ТОиР»**

Основой всей системы управления техобслуживанием и ремонтами является заполнение первоначальных сведений обо всех объектах, находящихся на балансе предприятия.

Учет оборудования и нормативов включает:

- ведение списка оборудования;
- учет перемещения оборудования;
- классификация оборудования;
- ведение документов принятия к учету и списания оборудования;
- ведение классификатора нормативных ТО и ремонтов;
- ведение технологических карт ремонтов;
- формирование и ведение базы нормативов.

Паспорт объекта ремонта представлен на рисунке 13. Паспорт объекта представляет собой карточку объекта, в которой хранятся общие сведения об объекте, необходимые нормативы, сведения о том, где находится описываемый объект, какие плановые и внеплановые ремонты по нему проводились ранее, какие узлы и детали были заменены и т.п. [15].

The screenshot shows a software window titled "1C:ТОИР" with a menu bar and a toolbar. The main content area displays a form for a repair object. The title bar of the form reads "Станок токарно-винторезный 16В20 [Не принято к учету] [Простой] [Работает]". The form includes the following fields and sections:

- Наименование:** Станок токарно-винторезный 16В20
- Код:** 00000000019
- Оборудование:** Оборудование общепромышленное
- Типовой ОП:** Станок токарно-винторезный
- Данные по эксплуатации:**
  - Объект принадлежит стороннему контрагенту:
  - Организация: РК "Техсерв"
  - Подразделение: Цех ВСЗ
  - График работы: Сорокчасовая рабочая неделя
  - Срок полезного исп.: 120
  - Инвентарный №: 200-01
  - Технологический №: 02919-9081
  - Местонахождение: г. Москва, Заводская стр.1
- Статус объекта ремонта:**
  - Введен в эксплуатацию:
  - Снят с учета:
- Данные из изготовителя:**
  - Изготовитель: ЗАО "СерамМаш"
  - Дата выпуска: 02.10.2012
  - Номер паспорта: П600-91
  - Заводской №: 02991-01
  - ОКФС: 14 2822 105
- Дополнительно:**
  - Не участвует в планировании:
  - Это актив:
- Исполнитель:**
  - Подразделение исполнителя: Ремонтно-механический цех
  - Подразкч: ремонта: ЦАД "Техно Сервис"
  - Проектант: Сиднев

Рисунок 13 – Паспорт объекта ремонта в 1с:ТОИР

Мобильное приложение «ТОИР: Регистратор» реализовано на мобильной платформе 1С:Предприятие и предназначено для:

- регистрации дефектов;
- учета показателей;
- фиксации состояния производственного оборудования (в том числе фото регистрации дефектов) в непосредственной близости от объектов ремонта.

Главное меню мобильного приложения представлено на рисунке 14.

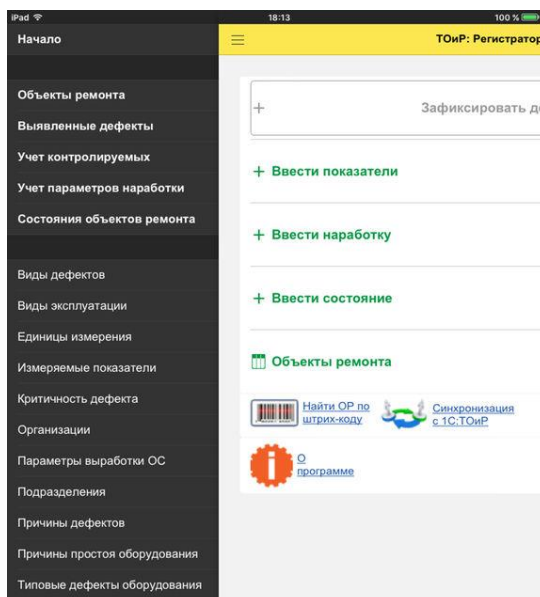


Рисунок 14 – Главное меню мобильного приложения «ТОИР:Регистратор»

#### 1.5.5.1.1 Паспортизация в мобильном приложении «1С: ТОИР»

Мобильное приложение работает совместно с системой «1С:Предприятие 8. ТОИР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования 2 КОРП», что позволяет использовать зафиксированные данные максимально эффективно для быстрого и качественного обслуживания и ремонта оборудования.

Возможности мобильного приложения в демо-режиме:

- просмотр, а также ввод информации об объектах ремонта;
- фиксация дефектов и текущего состояния, а также значений наработки и других контролируемых показателей и оборудования, путем создания соответствующих документов;
- прикрепление фотографий к карточкам объектов ремонта, документам выявленных дефектов, используя камеру мобильного устройства;
- идентификация объекта ремонта по штрих-коду, QR-коду.

Активация режима полной функциональности даст возможность работы в связке с ИС «1С:ТОИР 2 КОРП». Обмен данными осуществляется через интернет или локальную сеть.

В режиме полной функциональности реализована:

- загрузка справочников «1С:ТОИР 2 КОРП» (объекты ремонта, организации, типовые дефекты оборудования и т.д.);
- передача созданных в мобильном приложении документов, фотографии и штрих-коды объектов ремонта в базу «1С:ТОИР 2 КОРП» [16].

На рисунке 15 представлен паспорт объекта.

Самосвал HOWO 8x4 (Объекты ремонта) - Mobile toir

Самосвал HOWO 8x4 (Объекты ремонта)

Записать и закрыть

Вести дефект    Состояние ОП    Учет показателей    Учет наработки

Код: 000000027

Родитель: Самосвалы

Наименование: Самосвал HOWO 8x4

Подразделение: Цех №12

Организация: ЗАО "Энерго"

Ремонтная группа: Промышленные здания

Инвентарный номер: 400-02

Номер паспорта:

Дата выпуска: 01.03.2013

Дата ввода в эксплуатацию: 01.03.2013

Контрагент:

Штрих код: 6667779991119

Сделать фото    Открыть фото

N Комментарий

Рисунок 15 – Паспорт объекта в «ТОИР:Регистратор»

### 1.5.6 «ТОиР SYS-PROG»

Не описанные ранее возможности ИС «ТОиР SYS-PROG», приведены ниже:

- обеспечение рационального материально-технического снабжения и снижения уровня запасов запчастей и материалов;
- формализация документооборота.

Системы АСУ ТОиР содержит следующие модули:

- управление основными данными;
- управление ОЭ;
- управление работами ТОиР;



- техподдержка;
- штатная структура;
- управление складами запасных частей и материалов;
- управление пользователями;
- мобильный АРМ исполнителей и сторонних организаций;
- отчеты;
- интеграция с внешними системами;
- специализированные модули.

### **1.5.6.1 Паспортизация в мобильном приложении «SYS-PROG»**

Существует также мобильное приложение – «Мобильный АРМ».

Приложение позволяет обеспечить:

- выполнение действий в системе ТОиР прямо на месте проведения работ по ТОиР;
- использование географических координат расположения ОЭ для автоматизации операций поиска/выбора ОЭ.

Основные функции мобильного приложения:

- выбор ОЭ путем сканирования QR/штрих-кода на этикетке ОЭ;
- выбор нужных ОЭ на месте проведения работ по ТОиР, используя их географические координаты расположения;
- просмотр паспорта ОЭ;
- регистрация неисправностей и заявок;
- проведение контроля исполнения наряд-заказов [17].

Паспорт объекта представлен на рисунке 16.

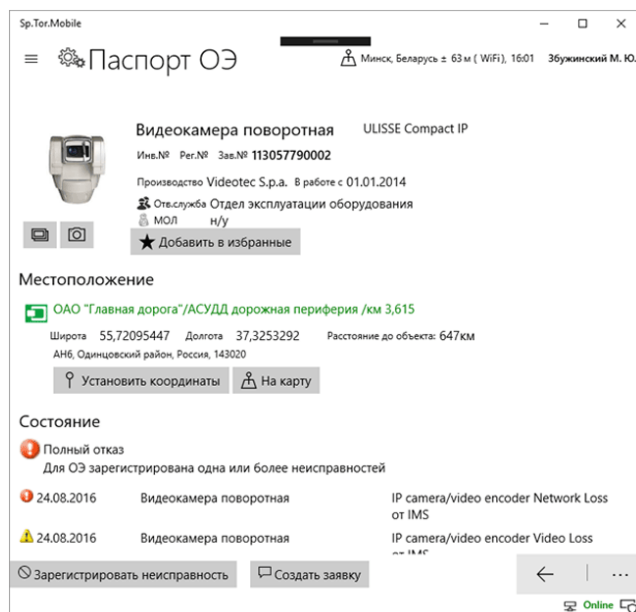


Рисунок 16 – Паспорт объекта в мобильном АРМ

### 1.5.7 Выводы по обзору аналогов

Результаты анализа функциональных возможностей систем-аналогов были сведены в сравнительную таблицу. Сравнительная характеристика систем и системы Rubius DrEAM представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение функциональных возможностей EAM-систем

Критерий \ Система	Rubius DrEAM	Галактика EAM	NERPA EAM	Global EAM	SAP TOPO	1C: TOиP	TOиP SYS-PROG
Учет оборудования	+	+	+	+	+	+	+
Мониторинг состояния оборудования	+	+	+	+	+	+	+
Учет и планирование затрат	+	+	+	+	+	+	+
Наличие дополнительных связанных объектов	+	+	+	+	+	+	+
Наличие веб-интерфейса	-	+	+	-	-	-	-
Мобильная версия системы	-	+	-	+	+	+	+
Возможность распознавания QR-кодов	-	-	-	-	-	+	+

В соответствии с проведенным обзором можно сделать вывод, что в большинстве веб-систем и мобильных приложений поддерживается следующий функционал:

- поиск оборудования;
- просмотр паспортизации оборудования;
- просмотр связанных объектов (документы, чертежи, нормативы);
- просмотр истории действий, выполняемых с оборудованием.

Только лишь в некоторых мобильных приложениях доступно распознавание QR-кодов оборудования для быстрого доступа к

информации об оборудовании. Отдельно отметим, что данный функционал позволяет значительно сократить время на поиск оборудования в системе.

В разрабатываемой в данной работе подсистеме веб-доступа будет представлен весь основной функционал, перечисленный выше, а также будет предусмотрена возможность распознавания QR-кодов оборудования для осуществления поиска. Также будет реализовано разграничение прав доступа для пользователей, то есть права будут ограничены в зависимости от роли пользователя в системе.

Требования к разрабатываемой системе подробно представлены в разделе 2.

## 2 Требования к системе

По результатам анализа систем-аналогов и рассмотрения задачи паспортизации в них, а также на основании целей создания подсистемы веб-доступа, были выдвинуты требования к создаваемому веб-компоненту.

### 2.1 Группы требований

Общий перечень групп требований представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Группы требований

Символ	Группа требований
F	Общие функциональные требования
DP	Требования к отображению паспорта объекта
DE	Требования к отображению событий объектов
DD	Требования к отображению документов объектов
DN	Требования к отображению нормативов объектов
RU	Требования к регистрации пользователей в системе
AU	Требования к авторизации пользователей в системе

### 2.[F] Общие функциональные требования к системе

Таблица 3 – Общие функциональные требования

Код	Требования
F.01	Должна присутствовать возможность регистрации в системе
F.02	Система должна предоставлять доступ авторизированным пользователям
F.03	Для пользователей в системе должны присутствовать роли: «Администратор», «Руководитель», «Сотрудник»
F.04	Должна присутствовать возможность поиска оборудования по наименованию

F.05	Должна присутствовать возможность просмотра паспорта оборудования
F.06	Должна присутствовать возможность просмотра всей имеющейся информации по связанным объектам (событиям, документам, нормативам) оборудования
F.07	Должна присутствовать возможность распознавания QR-кодов оборудования для поиска паспорта в системе

## 2.[DP] Требования к отображению паспорта объекта

Таблица 4 – Требования к отображению паспорта объекта

Код	Требования
DP.01	В паспорте объекта должен отображаться путь к объекту
DP.02	Атрибуты объектов должны быть сгруппированы по группам: идентификация, общие характеристики, технические характеристики, на основе метаданных
DP.03	Каждый атрибут должен иметь наименование атрибута и соответствующее значение атрибута для конкретного объекта
DP.04	Для объекта должна иметься возможность просмотреть связанные объекты (документы, нормативы, события)

## 2.[DE] Требования к отображению событий

Таблица 5 – Требования к отображению событий объекта

Код	Требования
DE.01	Должен присутствовать перечень событий, относящихся к конкретному объекту
DE.02	Каждое событие должно иметь: тип события, дату возникновения события, текстовое описание события, решение

DE.03	Должна присутствовать возможность выбора периода рассмотрения событий (за год, за квартал, за месяц, за декаду)
DE.04	Должна присутствовать возможность фильтрации событий по типу события (тип события может быть: демонтаж, отказ, остановка, монтаж, запуск, дефект, авария)
DE.05	По умолчанию выводятся последние 10 добавленных событий
DE.06	Должна иметься возможность добавить новое событие для объекта
DE.07	Должна иметься возможность редактировать уже существующее событие объекта, а именно: изменить описание события или решение
DE.08	Должна иметься возможность удалить существующее событие оборудования

## 2.[DD] Требования к отображению документов

Таблица 6 – Требования к отображению документов объекта

Код	Требования
DD.01	Должен присутствовать перечень документов, относящихся к конкретному объекту
DD.02	Каждый документ должен иметь: название, файл, автора, описание, время добавления
DD.03	Должна иметься возможность добавить новый документ для объекта
DD.04	Должна иметься возможность редактировать уже существующий документ, а именно: изменить название, изменить описание
DD.05	Должна иметься возможность удалить существующий документ оборудования

## 2.[DN] Требования к отображению нормативов

Таблица 7 – Требования к отображению нормативов объекта

Код	Требования
DN.01	Должен присутствовать перечень нормативов, относящихся к конкретному объекту
DN.02	Каждый норматив должен иметь: наименование, примечание, дату ввода в действие
DN.03	Должна иметься возможность добавить новый норматив для объекта
DN.04	Должна иметься возможность редактировать уже существующий норматив, а именно: изменить наименование, изменить примечание
DN.05	Должна иметься возможность удалить существующий норматив оборудования

## 2.[RU] Требования к регистрации пользователей в системе

Таблица 8 – Требования к регистрации пользователей в системе

Код	Требования
RU.01	Должна присутствовать возможность регистрации пользователя в системе
RU.02	Для регистрации пользователь должен ввести: логин, пароль, адрес электронной почты
RU.03	В случае, если на введенный адрес электронной почты уже зарегистрирован человек, должно отображаться сообщение об ошибке регистрации



## 2.[AU] Требования к авторизации пользователей в системе

Таблица 9 – Требования к авторизации пользователей в системе

Код	Требования
AU.01	Должна присутствовать возможность входа пользователя в систему
AU.02	Для авторизации пользователь должен ввести: логин и пароль
AU.03	В случае ошибки входа в систему должно быть отображено сообщение об ошибке

### 3 Проектирование подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании оборудования

На этапе проектирования подсистемы веб-доступа были выделены следующие подэтапы:

- проектирование базы данных;
- проектирование управления доступом;
- проектирование архитектуры системы.

#### 3.1 Проектирование базы данных

База данных системы Rubius DrEAM состоит из 100 таблиц и охватывает весь процесс работы с активами. В данной работе будут отображены только те таблицы базы данных, которые были использованы для разработки веб-приложения.

##### 3.1.1 Управление доступом

Для разграничения доступа к системе были спроектированы и созданы таблицы базы данных, представленные на рисунке 17.

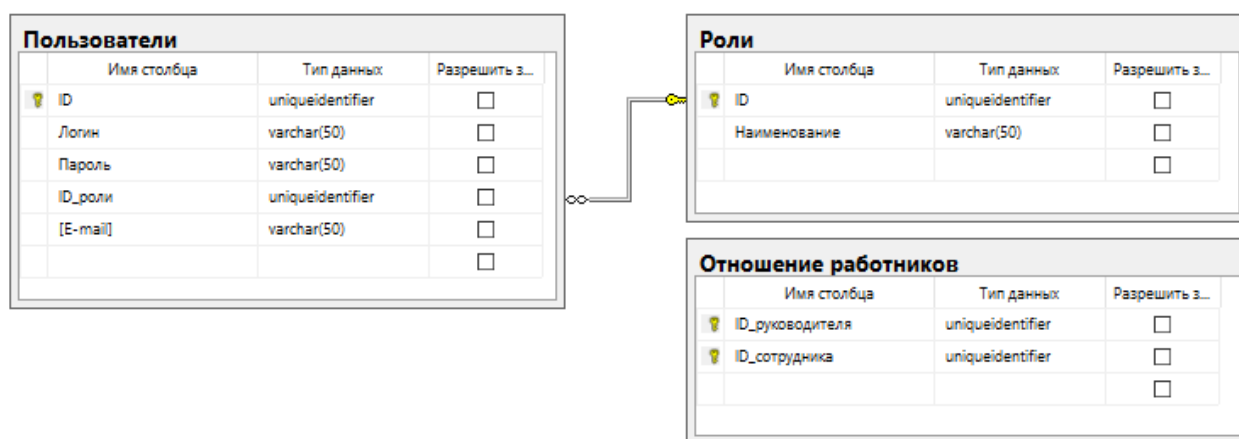


Рисунок 17 – Диаграмма таблиц для разграничения прав доступа к системе

Созданы таблицы:

- Пользователи – таблица, содержащая информацию о зарегистрированных пользователях (их логины, пароли и адреса электронной почты).

- Роли – таблица-справочник, содержащая список ролей, предусмотренных системой.
- Отношение работников – таблица для хранения иерархии подчинённости сотрудников.

### 3.1.2 Поиск объекта

Так как типов производственного оборудования очень много и в каждом классе объектов может быть множество производственных единиц оборудования, поиск объекта по названию позволяет сократить время для поиска необходимого объекта.

На рисунке 18 представлена сущность «Реестр объектов», которая содержит информацию о производственных объектах.

Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
ID	uniqueidentifier	-
ID_Родителя	uniqueidentifier	-
ID_Класса	uniqueidentifier	-
ID_Подразделения	uniqueidentifier	-
Название	nvarchar(200)	-

Рисунок 18 – Таблица «Реестр объектов»

### 3.1.3 Получение паспортных характеристик оборудования

Паспортизация объекта подразумевает под собой получение наиболее полной информации об объекте производства и включает в себя необходимые параметры оборудования.

На момент запроса на получение данных о паспортизации объекта неизвестно к какому классу относится производственный объект и какие группы атрибутов будет содержать.

Формирование групп атрибутов и самих атрибутов происходит на основе метаданных. На рисунке 19 представлены таблицы, которые необходимы для формирования метаданных.

Таблица «Метаданные полей» содержит информацию об атрибутах (тип атрибута, условие обязательности, единицы измерения и т.д.)

Таблица «Зависимости полей» содержит информацию о зависимостях между метаданными.

Таблица «Группы полей» содержит информацию о группах атрибутов (идентификация, общие характеристики и т.д.).

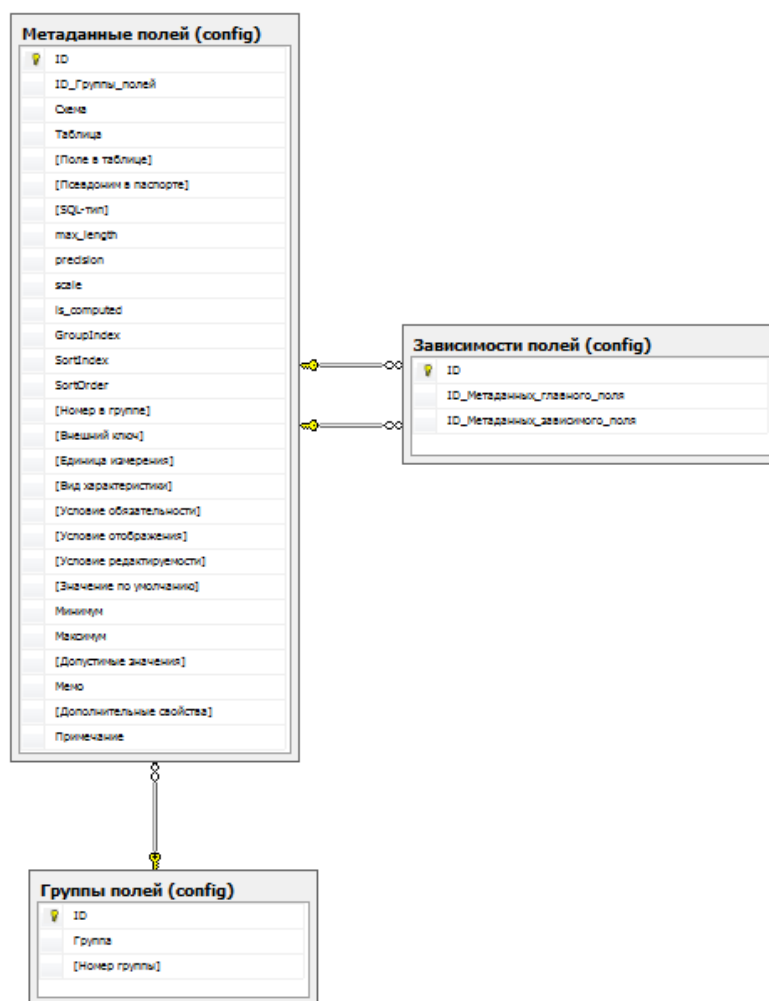


Рисунок 19 – Таблицы, необходимые для определения метаданных полей

На рисунке 20 представлены таблицы, необходимые для определения класса объекта, для которого необходимо определить группы атрибутов и сами атрибуты.

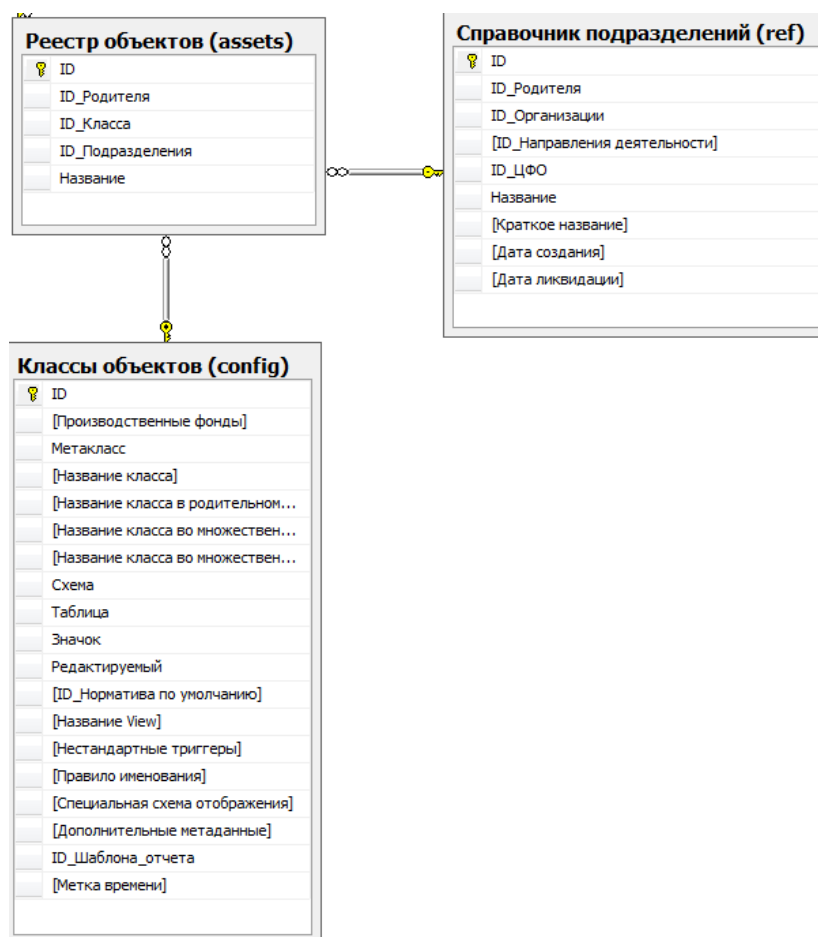


Рисунок 20 – Таблицы, необходимые для определения типа объекта

На момент запроса на предоставление информации о паспортизации объекта имеется идентификатор объекта, для которого необходимо получить информацию о паспортизации.

Для осуществления сбора информации по паспортизации объекта реализованы следующие действия:

1. Определение класса объекта.

Происходит объединение результата объединения двух таблиц «Реестр объектов» и «Классы объектов», где идентификаторы классов совпадают.

2. Определение всех групп атрибутов и самих атрибутов для объекта.

В зависимости от полученной информации о метаданных объекта и класса типа оборудования происходит формирование списка атрибутов для

конкретного объекта: название атрибута берется из таблицы «Метаданные полей», а значения этих атрибутов из соответствующих таблиц.

Алгоритм, реализованный для получения информации о паспортных характеристиках оборудования, представлен на рисунке 21.

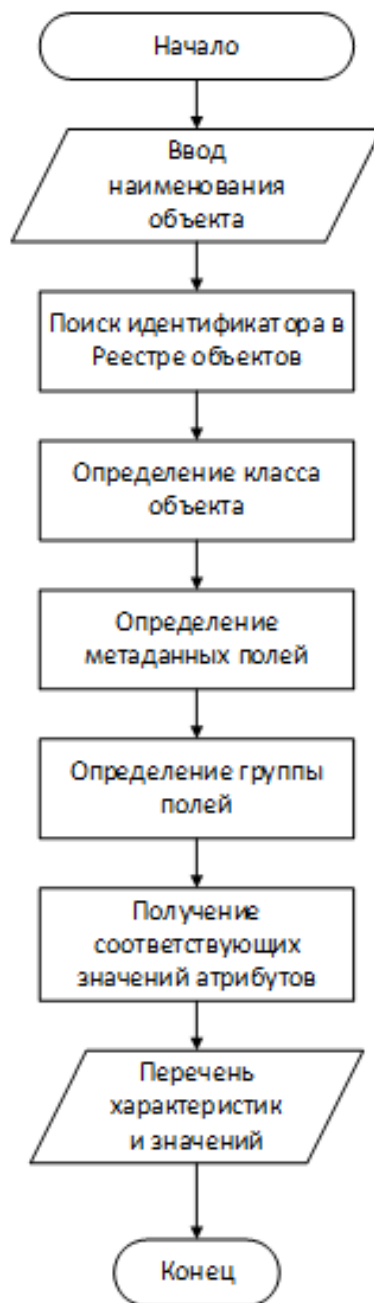


Рисунок 21 – Алгоритм получения данных о паспортизации

### 3.1.4 Получение данных о связанных объектах

#### 3.1.4.1 Получение данных о документах, относящихся к объекту

Документы привязаны к паспортному объекту. У каждого документа есть тип: акт, лицензия, план-график, разрешение и т.д. Также необходимо получение информации о наименовании документа, информации об авторе, дате внесения документа и расположении.

На рисунке 22 представлены таблицы, необходимые для получения данных о документах объекта. Задействованные таблицы: «Документы объектов», «Справочник типов документов», «Описания документов».

Таблица «Документы объектов» имеет идентификатор объекта, для которого запрашиваются документы, и идентификатор описания документов.

Таблица «Описание документов» содержит подробную информацию о каждом документе: идентификатор типа документа, описание, имя файла, даты начала/окончания действия и многое другое.

Таблица «Справочник типов документов» содержит список типов документов (акт, лицензия, план-график, разрешение и т.д.).

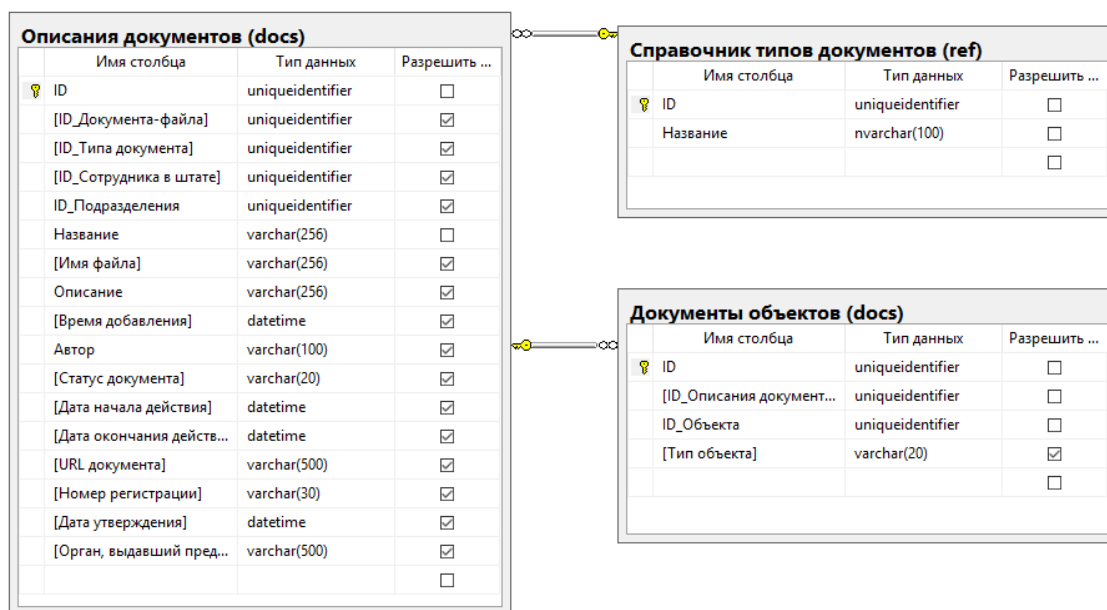


Рисунок 22 – Таблицы, необходимые для получения данных о документах

На момент запроса на предоставление всех документов объекта отображен паспорт объекта, а значит имеется идентификатор объекта, для которого необходимо получить информацию о привязанных документах.

### **3.1.4.2 Получение данных о нормативах, относящихся к объекту**

Нормативы работ отображают назначенные нормативы для данного паспортного объекта.

На рисунке 23 представлены таблицы, необходимые для отображения данных о нормативах объекта. Задействованные таблицы: «Нормативы работ», «Нормативы работ – параметры ввода в действие», «Нормативы работ для ПФ».

Таблица «Нормативы работ» имеет идентификатор объекта, для которого запрашиваются документы, и идентификатор описания документов.

Таблица «Нормативы работ – параметры ввода в действие» содержит подробную информацию о каждом документе: идентификатор типа документа, описание, имя файла, даты начала/окончания действия и многое другое.

Таблица «Нормативы работ для ПФ» содержит список типов документов (акт, лицензия, план-график, разрешение и т.д.).



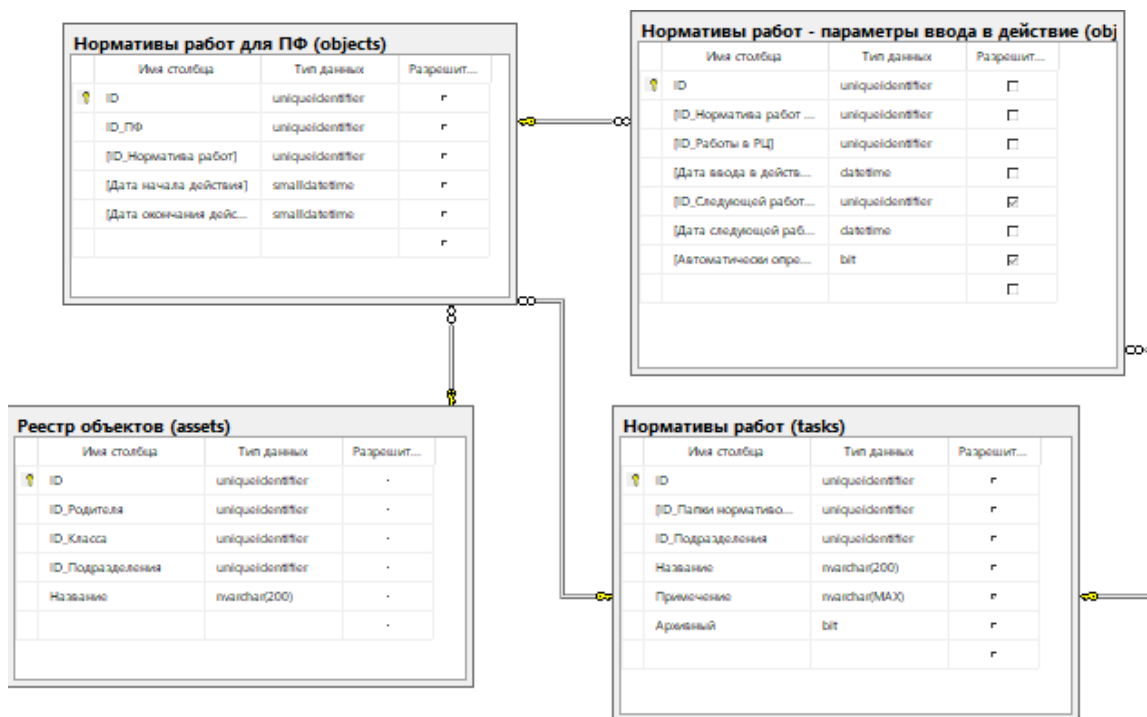


Рисунок 23 – Таблицы, необходимые для получения данных о нормативах

### 3.1.4.3 Получение данных о событиях, относящихся к объекту

Событие – это сущность, используемая в системе для описания какого-либо события, произошедшего на производственном объекте и нуждающегося в его фиксации в системе.

Событие содержит основные данные о различных типах событий, возникающих на оборудовании: отказ, авария, происшествие, остановка, дефект, перемещение.

На рисунке 24 представлены таблицы, необходимые для получения данных о событиях объекта. Задействованные таблицы: «События», «Справочник типов события», «Реестр объектов».

Таблица «События» хранит идентификатор объекта, для которого запрашиваются события, и идентификатор типа события, описание, решение и прочее.

Таблица «Справочник типов событий» содержит список типов событий (демонтаж, отказ, остановка, монтаж, запуск, дефект, авария).

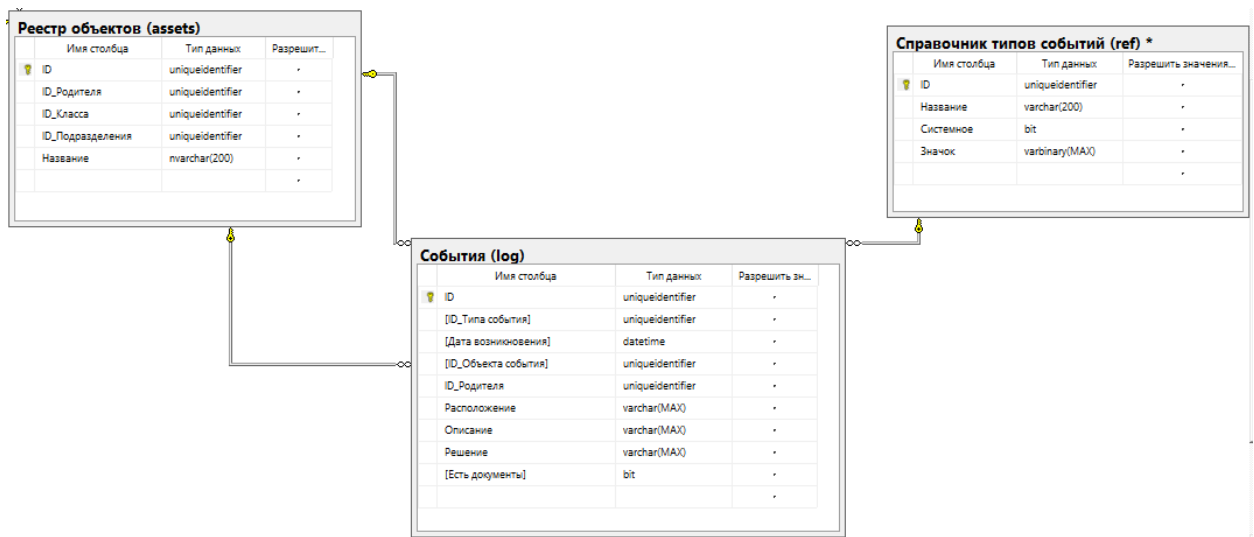


Рисунок 24 – Таблицы, необходимые для получения данных о событиях

### 3.2 Архитектурное представление развертывания

Диаграмма развертывания системы представлена на рисунке 25. Диаграмма развертывания показывает конфигурацию обрабатывающих узлов, на которых выполняется система, и компоненты, размещенные в этих узлах.

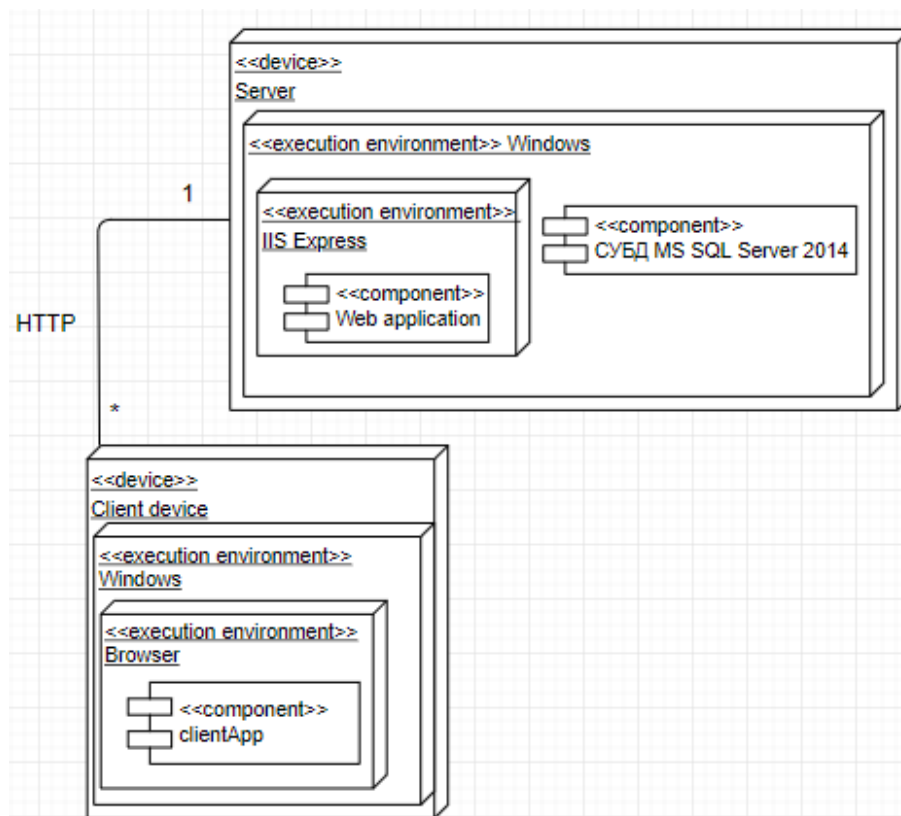


Рисунок 25 – Диаграмма развертывания ИС

В роли среды исполнения сервера может быть использована операционная система MS Windows 7 или более поздние. Средой исполнения для компоненты СУБД MS SQL Server 2014 является операционная система. Компонента Web application, представляющая собой приложение ASP.NET Core MVC, исполняется программно-техническими средствами службы IIS Express.

Компонента clientApp представляет собой веб-приложение, средой исполнения которого является браузер. Браузер, в свою очередь, исполняется операционной системой.

Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется по протоколу HTTP.

### 3.3 Компонентное архитектурное представления

Компонентная архитектура системы необходима для представления основных элементов разрабатываемого веб-приложения и основных связей внутри системы.

Компонентное архитектурное представление приведено на рисунке 26.

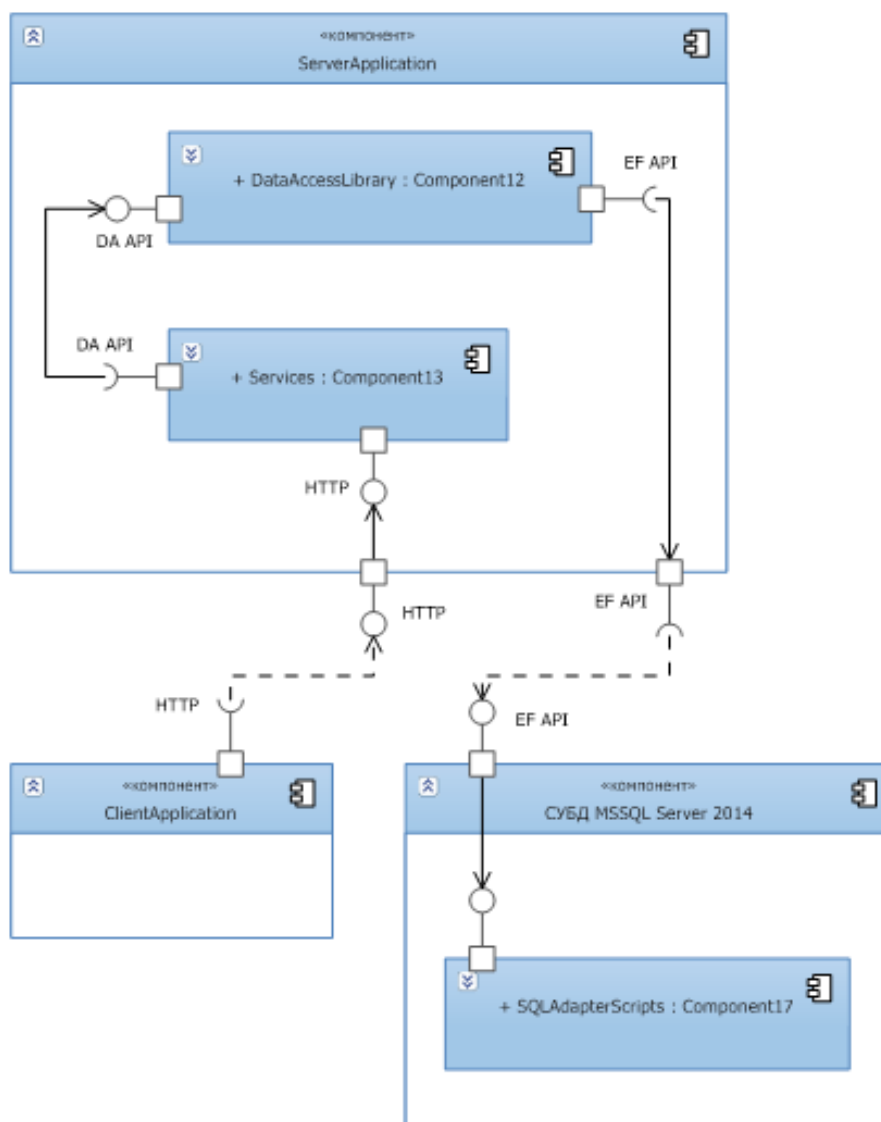


Рисунок 26 – Диаграмма компонентов ИС

Компонент «СУБД MS SQL Server 2014» представляет собой систему управления базами данных, установленную на компьютер-сервере, для управления спроектированной базой данных. Данный компонент содержит модуль «SQLAdapterScripts», представляющий собой

разработанные скрипты для получения данных о связанных объектах оборудования (документы, нормативы, события).

Компонент «ServerApplication» представляет компонент сервера, на котором развёртываются следующие модульные части:

- компонент «DataAccessLibrary», представляющий библиотеку для доступа к данным базы данных;
- компонент «Services», который необходим для работы сервисов, передающих необходимую информацию пользователям, осуществляющих работу с библиотекой для доступа к данным. Предоставляет интерфейс HTTP, благодаря которому данные могут передаваться клиентскому компоненту.
- компонент «ClientApplication» представляет собой приложение, которое запускается в браузере. Для работы требуется интерфейс HTTP.

### **3.4 Проектирование управления доступом**

Управление доступом к данным будет осуществляться на основе ролей. В системе должны присутствовать три роли: «Администратор», «Руководитель» и «Сотрудник».

Сотруднику доступны только просмотр и редактирование данных. Добавление новых данных и удаление данных доступно руководителю.

Администратору системы доступны максимальные возможности по управлению системой: просмотр данных, изменение и добавление данных, а также их удаление.

В таблице 10 представлена матрица пользовательских авторизаций, отображающая права доступные для каждой роли.

Таблица 10 – Матрица пользовательских авторизаций

Роль \ Функция	Админист ратор	Руководи тель	Сотрудник
Поиск оборудования по наименованию	+	+	+
Просмотр паспортов оборудования	+	+	+
Просмотр событий, относящихся к объекту	+	+	+
Добавление новых событий объекту	+	+	-
Редактирование уже имеющихся событий	+	+	+
Удаление событий	+	+	-
Фильтрация событий по типу события	+	+	+
Выбор периода рассмотрения для событий	+	+	+
Просмотр документов, относящихся к объекту	+	+	+
Добавление новых документов объекту	+	+	+
Редактирование уже имеющихся документов	+	+	+
Удаление документов	+	+	-
Просмотр нормативов, относящихся к объекту	+	+	+
Добавление новых нормативов на объект	+	+	-
Редактирование уже имеющихся нормативов	+	+	+
Удаление нормативов	+	+	-
Возможность распознавания QR-кодов	+	+	+

Подход управления доступом на основе ролей применим к разрабатываемой системе, ввиду четкого определения круга полномочий для каждого типа пользователей. Кроме того, нет необходимости в назначении различных прав доступа каждому пользователю индивидуально. Пользователь может находиться лишь в одной роли.

Данный подход позволяет упростить добавление пользователя или смену доступных ему прав, так как управление индивидуальными правами каждого пользователя заключается в сопоставлении его с определенной ролью.

## **4 Описание и выбор инструментов реализации**

### **4.1 Среда разработки**

В качестве среды разработки выбрана среда Microsoft Visual Studio 2017, поскольку она является интегрированной средой разработки с широкими возможностями для создания программного обеспечения: пользовательского интерфейса, написания кода, тестирования, отладки, анализа качества кода и производительности, развертывания в средах клиентов. Visual Studio может использоваться для создания различных типов приложений, от простых приложений для магазина и игр для мобильных клиентов до больших и сложных систем, обслуживающих предприятия и центры обработки данных [18]. Также к преимуществам можно отнести тот факт, что данный профессиональный и полнофункциональный инструмент является бесплатным.

### **4.2 Платформа разработки и фреймворк**

На основе стандарта разработки веб-приложений на предприятие в качестве платформы разработки выбрана платформа .NET Core. .NET Core – это универсальная платформа разработки, которая является кроссплатформенной, поддерживает Windows, Mac OS и Linux и может использоваться на устройствах, в облаке, во внедренных системах и в сценариях Интернета.

Перечисленные ниже особенности наиболее полно определяют платформу .NET Core:

- гибкая разработка – может включаться в приложение или устанавливаться параллельно на уровне пользователя или компьютера;
- кроссплатформенность – работает в Windows, Mac OS и Linux. Может переноситься в другие операционные системы;
- любые сценарии использования продукта можно реализовать посредством командной строки;



- совместимость – платформа .NET Core совместима с .NET Framework, Xamarin и Mono благодаря .NET Standard.
- платформа .NET Core имеет открытый исходный код [19].

В приложении использован фреймворк ASP.NET Core. С помощью ASP.NET Core можно создавать кроссплатформенные приложения. Хотя ASP.NET Core преимущественно нацелено на использование .NET Core, но фреймворк также может работать и с полной версией платформы .NET. Благодаря модульности фреймворка все необходимые компоненты веб-приложения могут загружаться как отдельные модули через пакетный менеджер NuGet. ASP.NET Core включает в себя программно-реализованный паттерн проектирования MVC, который объединяет функциональность MVC, Web API и Web Pages. В предыдущих версиях платформы данные технологии были реализованы отдельно и поэтому содержали много дублирующей функциональности. Сейчас они объединены в одну программную модель ASP.NET Core MVC [20].

### **4.3 Система управления базами данных**

В качестве СУБД выбрана система анализа и управления реляционными базами данных Microsoft SQL Server 2014. Microsoft SQL Server 2014 является бесплатной многофункциональной и надежной системой управления данными, которая предоставляет удобное и надежное хранилище данных для веб-приложений и классических приложений [21].

### **4.4 Выбор библиотеки для распознавания QR-кодов**

Выбор библиотеки для распознавания QR-кодов проходил между библиотеками: QRCode Library, MessagingToolkit Barcode, Google ZXing.

В качестве вспомогательной библиотеки для распознавания была выбрана библиотека Google ZXing по следующим причинам:

- библиотека Google ZXing поддерживает такие крупные платформы, как Android и iPhone;

- библиотека поддерживает множество языков - Java, C#, C++ и другие;
- библиотека распространяется по лицензии Apache License, Version 2.0, что означает возможность использования кода как в свободных, так и в коммерческих проектах;
- библиотека хорошо документирована и обладает хорошим показателем точности распознавания изображений [22].

## **5 Реализация подсистемы веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании оборудования**

### **5.1 Реализованная архитектура подсистемы веб-доступа**

Основу системы составляют шесть контроллеров:

- «Home» – для управления данными, доступными неавторизованному пользователю;
- «Account» – для реализации логики регистрации и авторизации пользователей;
- «Passport» – для формирования и отображения паспортов оборудования;
- «Events» – отвечающий за удаление, редактирование и добавление данных о событиях объекта. Содержит действия: «Post» для добавления событий, «Put» для изменения информации о событиях, «Get» для получения всех событий конкретного объекта, «Delete» для удаления событий, относящихся к конкретному объекту.
- «Normatives» – отвечающий за удаление, редактирование и добавление данных о нормативах объекта. По аналогии с предыдущим контроллером содержит действия «Post», «Put», «Get» и «Delete» для управления нормативами.
- «Documents» – отвечающий за управление данными о документах объекта. Также содержит действия «Post», «Put», «Get» и «Delete» для управления.

Доступ к тому или иному действию ограничен ролью авторизовавшегося пользователя.

Контроллеры вызывают представления для отображения тех или иных данных.

Контроллер «Home» взаимодействует с представлением по умолчанию: «Index» - информация с главной страницы, «About» - краткая информация о возможностях подсистемы.

Контроллер «Account» взаимодействует с представлением «Register» для регистрации пользователей в системе и представлением «Login», необходимым для авторизации пользователя.

Для визуализации паспорта объекта разработано представление «Passport». Для просмотра информации о событиях объекта и осуществления работы с ними реализовано представление «Events». Представление «Documents» используется для управления информацией по работе с документами, для управления нормативами используется представление «Normatives».

На рисунке 27 представлены основные части системы, описывающие разработанную в результате реализации функциональных возможностей структуру подсистемы веб-доступа.

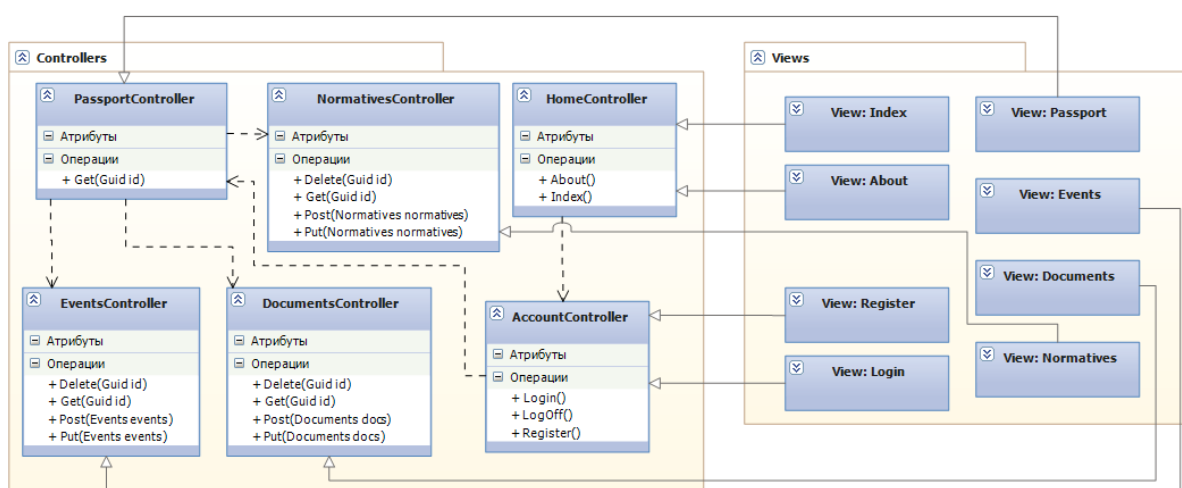


Рисунок 27 – Диаграмма классов подсистемы веб-доступа

## 5.2 Реализованные функции при работе с базой данных

При визуализации событий/документов/нормативов для конкретного объекта, необходимо предоставлять пользователю данные о связанных объектах. Для сбора всей необходимой информации были созданы специализированные функции.

Преимуществом использования функций является повышение быстродействия: нет необходимости передавать и получать все данные из

базы данных, а затем обрабатывать, СУБД сама выбирает необходимые данные и передает их серверу.

Ниже представлен листинг функции «GetEvents», которая собирает всю необходимую информацию о событиях производственного объекта.

```
CREATE FUNCTION [dbo].[GetEvents]
(
    @@ID_Объекта UNIQUEIDENTIFIER
)
RETURNS TABLE
AS
RETURN
(
    SELECT
        event.ID as [ID события],
        type.Название as [Название типа события],
        event.[Дата возникновения],
        equip.Название as [Название объекта],
        event.Расположение,
        event.Описание,
        event.Решение

    FROM
        [log].[События] as event
        INNER JOIN
        [ref].[Справочник типов событий] as type
        ON
        event.[ID_Типа события] = type.ID
        INNER JOIN
        [assets].[Реестр объектов] as equip
        ON
        equip.ID = event.[ID_Объекта события]
    WHERE
        equip.ID = @@ID_Объекта
)
```

В качестве входных параметров в функции используется идентификатор производственного объекта, для которого необходимо получить всю информацию о событиях.

Функция «GetDocuments» собирает всю необходимую информацию о документах, относящихся к производственному объекту.

В качестве входных параметров в функции используется идентификатор производственного объекта, для которого необходимо получить всю информацию о документах.

Ниже представлен листинг функции «GetDocuments».

```
CREATE FUNCTION [dbo].[GetDocuments]
(
    @@ID_Объекта UNIQUEIDENTIFIER
)
RETURNS TABLE
AS
RETURN
(
    SELECT
        doc.ID,
        description.Название,
        description.[Имя файла],
        description.Автор,
        description.Описание,
        description.[Время добавления]

    FROM
        [docs].[Описания документов] as description
    INNER JOIN
        [docs].[Документы объектов] as doc
    ON
        doc.[ID_Описания документа] = description.ID
    INNER JOIN
        [assets].[Реестр объектов] as equip
    ON
        equip.ID = doc.ID_Объекта
    WHERE
        equip.ID = @@ID_Объекта
)
```

Ниже представлен листинг функции «GetNormatives», которая собирает всю необходимую информацию о нормативах, относящихся к производственному объекту.

В качестве входных параметров в функции используется идентификатор производственного объекта, для которого необходимо получить всю информацию о нормативах.

```
CREATE FUNCTION [dbo].[GetNormatives]
(
    @@ID_Объекта UNIQUEIDENTIFIER
)
RETURNS TABLE
AS
RETURN
(
    SELECT
        normative.Название,
        normative.Примечание,
        work.[Дата начала действия]
    FROM
        [tasks].[Нормативы работ] as normative
    INNER JOIN
        [objects].[Нормативы работ для ПФ] as work
    ON
        normative.ID = work.[ID_Норматива работ]
    INNER JOIN
        [assets].[Реестр объектов] as equip
    ON
        equip.ID = work.ID_ПФ
    WHERE
        equip.ID = @@ID_Объекта
)
```

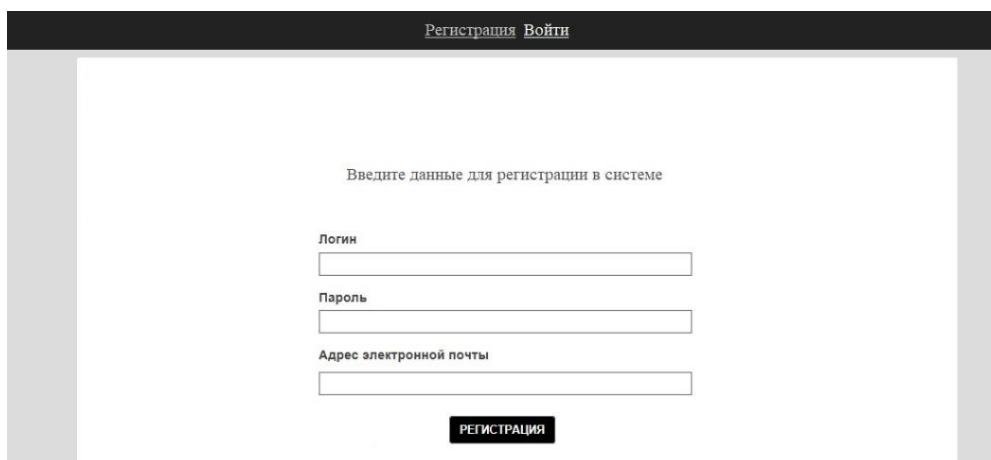
## 5.3 Разработанные функциональные возможности информационной системы

На этапе разработки ИС основной целью была разработка всех основных спроектированных модулей и страниц, таких как:

- регистрация пользователей;
- авторизация пользователей в системе;
- отображение паспортов производственных объектов;
- управление событиями, относящимися к производственному объекту;
- управление нормативами, относящимися к производственному объекту;
- управление документами, относящимися к производственному объекту;
- распознавание QR-кодов.

### 5.3.1 Регистрация пользователей

Для перехода к регистрации необходимо нажать кнопку «Регистрация». Интерфейс страницы регистрации пользователей представлен на рисунке 28.



Регистрация Войти

Введите данные для регистрации в системе

Логин

Пароль

Адрес электронной почты

РЕГИСТРАЦИЯ

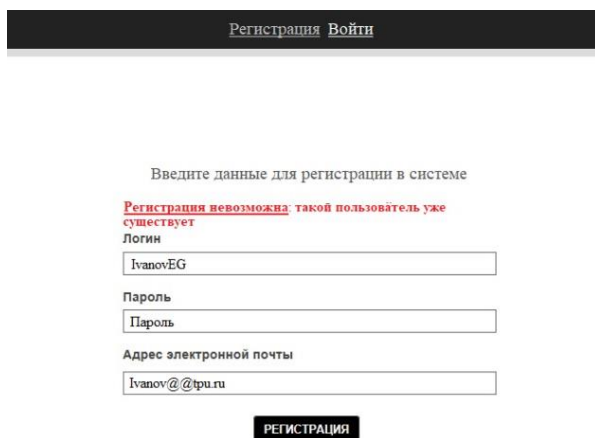
Рисунок 28 – Страница регистрации пользователей в системе



Для регистрации в системе пользователю необходимо в поля для ввода ввести данные:

- логин;
- пароль;
- адрес электронной почты.

При ошибке регистрации будет отображено соответствующее сообщение о невозможности регистрации в системе: это может быть из-за существования пользователя с таким логином в системе (рисунок 29).

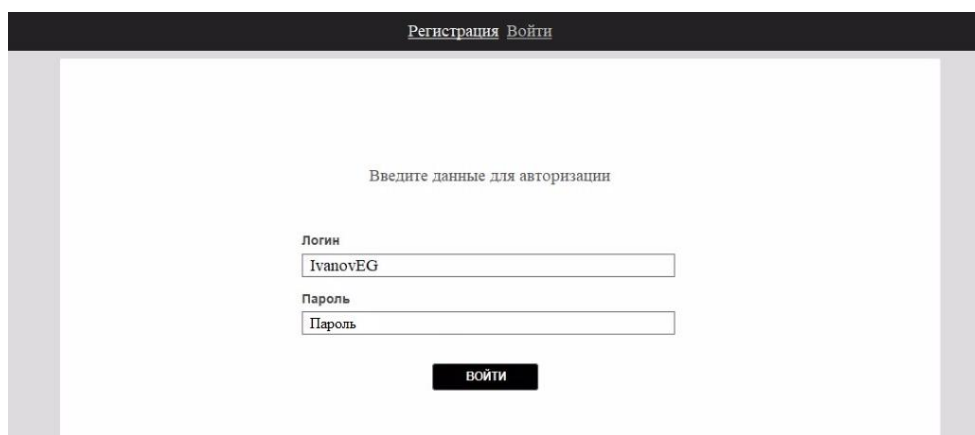


The screenshot shows a registration form with a dark header containing the links "Регистрация" and "Войти". Below the header, the text "Введите данные для регистрации в системе" is displayed. A red error message reads: "Регистрация невозможна: такой пользователь уже существует". The form includes three input fields: "Логин" (containing "IvanovEG"), "Пароль" (containing "Пароль"), and "Адрес электронной почты" (containing "Ivanov@yandex.ru"). A black button labeled "РЕГИСТРАЦИЯ" is positioned at the bottom of the form.

Рисунок 29 – Ошибка регистрации пользователя

### 5.3.2 Авторизация пользователей

Интерфейс страницы входа в систему представлен на рисунке 30.



The screenshot shows a login form with a dark header containing the links "Регистрация" and "Войти". Below the header, the text "Введите данные для авторизации" is displayed. The form includes two input fields: "Логин" (containing "IvanovEG") and "Пароль" (containing "Пароль"). A black button labeled "ВОЙТИ" is positioned at the bottom of the form.

Рисунок 30 – Страница авторизации

Данная страница входа в систему содержит поля для ввода логина и пароля пользователя и элемент интерфейса – кнопку для осуществления непосредственно входа в систему.

### 5.3.3 Поиск производственного объекта

В системе предусмотрен поиск оборудования по наименованию. Для этого в левом верхнем углу располагается поле для ввода наименования оборудования и элемент интерфейса – кнопка для осуществления поиска (рисунок 31).

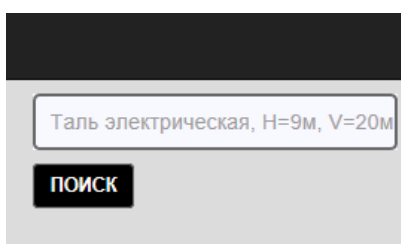
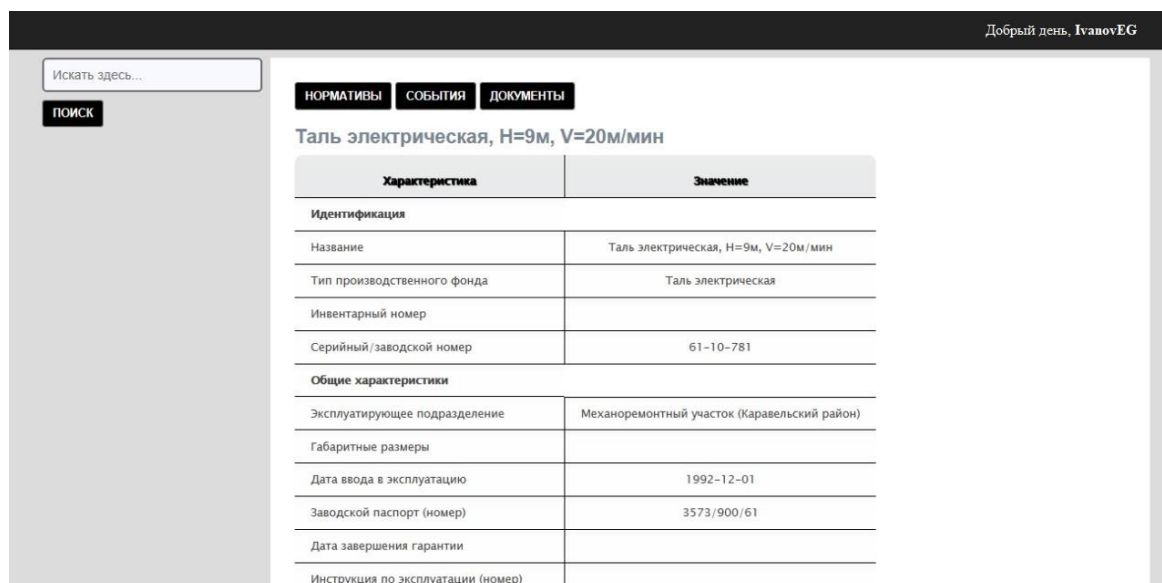


Рисунок 31 – Элементы для поиска объекта

### 5.3.4 Паспортизация производственного оборудования

Для производственного объекта имеется возможность просмотра паспорта. Паспорт объекта представляет собой информацию о характеристиках объектов.

Страница паспортизации оборудования представлена на рисунке 32.



Характеристика	Значение
<b>Идентификация</b>	
Название	Таль электрическая, Н=9м, V=20м / мин
Тип производственного фонда	Таль электрическая
Инвентарный номер	
Серийный / заводской номер	61-10-781
<b>Общие характеристики</b>	
Эксплуатирующее подразделение	Механоремонтный участок (Каравельский район)
Габаритные размеры	
Дата ввода в эксплуатацию	1992-12-01
Заводской паспорт (номер)	3573/900/61
Дата завершения гарантии	
Инструкция по эксплуатации (номер)	

Рисунок 32 – Страница паспортизации оборудования

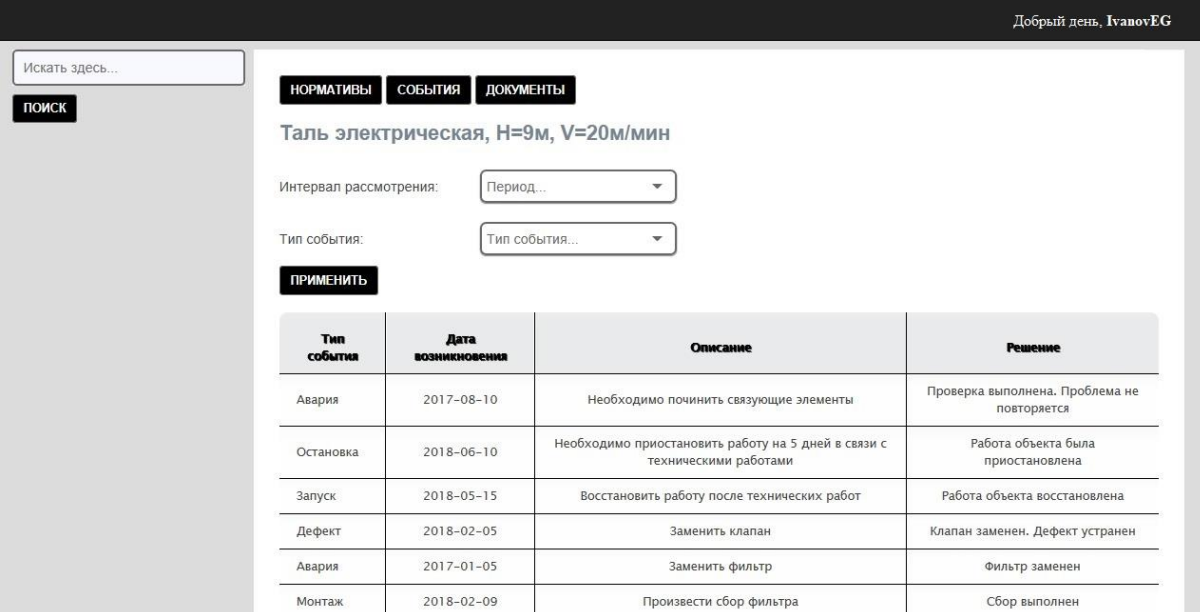
В таблице перечислены все характеристики, присущие к рассматриваемому объекту, и соответствующие значения.

На данной странице имеются элементы интерфейса – кнопки «События», «Нормативы», «Документы» для просмотра связанных объектов.

### 5.3.5 Управление событиями

При нажатии на кнопку «События» происходит отображение всех событий, выполнявшихся с выбранным объектом.

На рисунке 33 представлена страница событий для конкретного производственного объекта.



Добрый день, IvanovEG

Искать здесь...  
ПОИСК

НОРМАТИВЫ СОБЫТИЯ ДОКУМЕНТЫ

Таль электрическая, H=9м, V=20м/мин

Интервал рассмотрения: Период...  
Тип события: Тип события...  
ПРИМЕНИТЬ

Тип события	Дата возникновения	Описание	Решение
Авария	2017-08-10	Необходимо починить связующие элементы	Проверка выполнена. Проблема не повторяется
Остановка	2018-06-10	Необходимо приостановить работу на 5 дней в связи с техническими работами	Работа объекта была приостановлена
Запуск	2018-05-15	Восстановить работу после технических работ	Работа объекта восстановлена
Дефект	2018-02-05	Заменить клапан	Клапан заменен. Дефект устранен
Авария	2017-01-05	Заменить фильтр	Фильтр заменен
Монтаж	2018-02-09	Произвести сбор фильтра	Сбор выполнен

Рисунок 33 – Страница событий производственного объекта

Информация о событиях содержит: тип события, дату возникновения, текстовое описание события, решение.

Для событий имеется возможность отсортировать полученные результаты (рис.34), а именно: выбрать интервал рассмотрения событий и выбрать тип события.

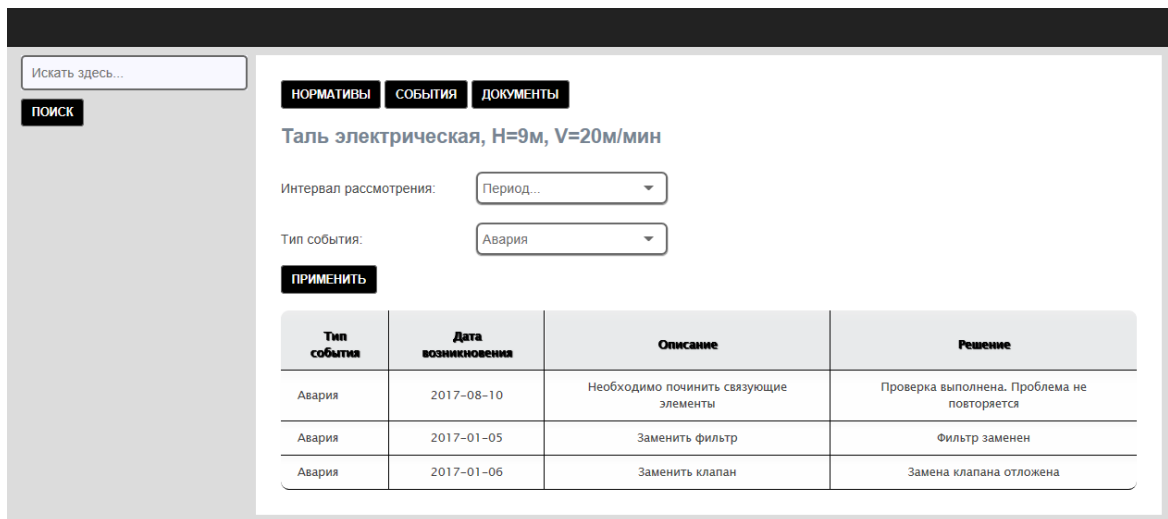


Рисунок 34 – Отсортированные события объекта

Для пользователей с ролью «Руководитель» доступна возможность добавить новое запланированное событие для объекта. Добавление события представлено на рисунке 35.

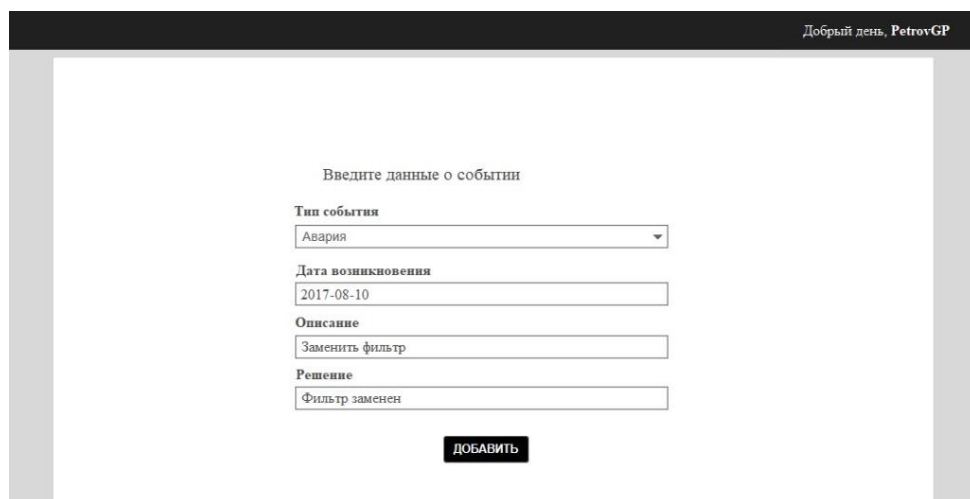


Рисунок 35 – Добавление событий производственному объекту

### 5.3.6 Управление нормативами

При нажатии на кнопку «Нормативы» происходит отображение всех нормативов, относящихся к выбранному производственному объекту.

На рисунке 36 представлена страница нормативов для конкретного производственного объекта.

Наименование	Примечание	Дата ввода в действие
План выполнения работ на 2018 год	Добавлено Ивановым Петром	2018-01-01
План закупок для оборудования на 2018 год	Необходимо провести закупку деталей для оборудования	2018-02-07
Норматив№1	Отправить на согласование	2018-05-06

Рисунок 36 – Страница нормативов производственного объекта

Информация о нормативах содержит: наименование, примечание, дату ввода в действие.

Для пользователей с ролью «Сотрудник», кроме просмотра информации о нормативах, доступна только возможность редактирования информации об уже имеющемся нормативе.

Для пользователей с ролью «Руководитель» доступна возможность добавить новый норматив (рисунок 37) и удалить норматив из системы.

Введите данные о нормативе

Наименование  
План закупок оборудования на 2018 год

Дата ввода в действие  
2017-08-10

Примечание  
Отправить на согласование

ДОБАВИТЬ

Рисунок 37 – Добавление норматива производственному объекту

### 5.3.7 Распознавание QR-кодов

В системе имеется возможность распознавания QR-кодов оборудования. Для распознавания используется библиотека Google Zxing.

В каждой метке QR-кода оборудования зашифрован уникальный идентификатор этого оборудования, который берётся из базы данных. Таким образом, зашифрованное сообщение однозначно идентифицирует определенное оборудование.

Для того, чтобы осуществить быстрый поиск паспортных характеристик какого-либо оборудования, пользователь может воспользоваться функцией распознавания QR-кодов графических меток на оборудовании.

Подсистема осуществляет сканирование изображения QR-кода графической метки (рис.38) и осуществляет декодирование изображения.



Рисунок 38 – Сканирование QR-кода метки оборудования

После декодирования сообщения метки подсистема получает уникальный идентификатор оборудования. Найденный идентификатор используется для поиска в базе данных. И происходит отображение паспортных характеристик соответствующего оборудования.

Таким образом, были реализованы два метода:

- `Encode()` – для кодировки сообщения.

Данный метод на вход принимает текстовое сообщение, которое необходимо закодировать (уникальный идентификатор оборудования), ширину и высоту растрового изображения, и путь для сохранения закодированного изображения.

- `Decode()` – для декодирования QR-кода.

Данный метод на вход принимает изображение, а в качестве выходного параметра возвращает текстовое сообщение декодированного сообщения.

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

При разработке программного обеспечения важно провести экономическое обоснование создания программной разработки, а именно: изучить экономическую выгодность разрабатываемого продукта, выявить преимущества и недостатки разработки, провести анализ и рассчитать экономические показатели создаваемого проекта, оценить затраты на проект и его результаты. Провести такого рода анализ необходимо самому разработчику для понимания того, что стоит ждать от проекта, какие перспективы у данной разработки.

Работа по технико-экономическому обоснованию в процессе проектирования преследует одно из основных требований – это подтвердить техническую и экономическую целесообразность реализации разработки, для которой сформирован проект.

Целью выполнения данного раздела является анализ эффективности создания подсистемы веб-доступа к данным о ремонте и обслуживании производственного оборудования в ЕАМ-системе Rubius DrEAM. В данном разделе выявлены потенциальные потребители результатов исследования, произведено планирование научно-исследовательских работ, сформирован бюджет затрат научно-исследовательского проекта.



## **6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Анализ потенциальных потребителей результатов исследования необходим для оценки предпочтений целевой аудитории в отношении конкретной технологии или программного продукта. Такого рода исследование проводится для определения нужности конкретным пользователям данной разработки.

Потенциальными потребителями данной разработанной подсистемы веб-доступа к данным о ремонте и обслуживании производственного оборудования в EAM-системе Rubius DrEAM являются организации, занимающиеся выполнением ремонтных работ и предоставляющие работы по обслуживанию какого-либо производственного оборудования. Разработанная подсистема веб-доступа позволит пользователям системы осуществлять получение необходимой информации об объектах оборудования, осуществлять поиск оборудования, просматривать паспортизацию оборудования и связанные объекты (документы, нормативы, события) с возможностью использования системы на мобильных устройствах. Таким образом, применение данного программного продукта позволит использовать систему прямо по месту выполнения работ с помощью мобильного устройства, сократить время на поиск оборудования.

Целевым рынком для данной разработки является рынок производственного оборудования, а именно: предприятия, занимающиеся ремонтными работами и предоставляющие услуги по обслуживанию оборудования.

Таким образом, основным критерием сегментации является специализация потенциального потребителя, а также масштаб предприятия.

Сегментация целевого рынка для данной разработки по виду потребителей:

- предприятия, занимающиеся ремонтом оборудования;
- предприятия, предоставляющие услуги по обслуживанию оборудования.

Сегментация потребителей по масштабу предприятий:

- крупные предприятия;
- средние предприятия;
- малые предприятия.

Карта сегментации рынка на основании наиболее значимых критериев для рынка представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Карта сегментирования

		Масштаб предприятия		
		Крупные	Средние	Малые
<b>Специализация предприятий</b>	Ремонт оборудования			
	Предоставление услуг по обслуживанию оборудования			

Исходя из вышеприведенных данных, можно сделать выводы, определяющие результаты сегментирования рынка:

- сегменты, на которые необходимо ориентироваться: разработка подсистемы веб-доступа для предприятий, малых по масштабу;
- сегменты рынка, которые могут быть привлекательны для развития разработки в будущем: адаптация подсистемы веб-доступа для средних и крупных по масштабу предприятий.

## 6.1.2 Диаграмма Исикавы

Диаграмма Исикавы, отображающая причинно-следственные связи приведена на рисунке 39. Созданная диаграмма позволяет выявить факторы и причины, характеризующие необходимость в разработанной системе.



Рисунок 39 – Диаграмма Исикавы

## 6.1.3 SWOT-анализ

В ходе проведения SWOT-анализа была составлена итоговая матрица (таблица 12), содержащая описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз, а также их корреляцию.

Таблица 12 – Матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Возможность использования на мобильных устройствах.</p> <p>С2. Существование ролей в системе.</p> <p>С3. Возможность получения информации о паспортизации</p>	<p>Сл1. Отсутствие в команде разработчика дизайнера интерфейсов системы</p> <p>Сл2. Сложность внедрения на рынке</p> <p>Сл3. Сложность изменения</p>

	<p>оборудования.  С4. Низкие требования к используемым ресурсам.  С5. Простота пользовательского интерфейса.  С6. Использование распознавание QR-кодов для ускорения процесса поиска.</p>	<p>существующего решения  Сл4. Необходимость поддержки системы</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт.  В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.  В3. Повышение уровня благосостояния пользователей  В4. Повышение интереса к ремонтным работам и обслуживанию оборудования</p>	<p>В1В2С1 – привлечение целевой аудитории за счёт возможности использования системы на мобильных устройствах;   В1В4С3 – повышение заинтересованности в проекте со стороны организаций, занимающихся ремонтными работами и услугами по обслуживанию оборудования.</p>	<p>В1В4Сл1 – необходимость привлечения дизайнера интерфейсов для создания удобного интерфейса пользователя.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на разработанный продукт  У2. Улучшение качества продукции конкурентов.  У3. Появление продуктов-аналогов  У4. Уменьшение общего благосостояния пользователей.</p>	<p>У3С1 – развитие продуктов-аналогов может обнулить преимущества разработки.   У1С1С2С3 – отсутствие спроса на продукт может обнулить преимущества разработки.</p>	<p>У1Сл2 – в случае прекращения исследований по данной теме, разработка не сможет раскрыть своего потенциала и улучшить параметры по сравнению с конкурентами.  У1У2У3Сл1 – Отсутствие спроса из-за отсутствия дизайнера интерфейсов.</p>

Таким образом, можно сделать вывод, что проект необходимо развивать в направлении наибольшей универсальности, не привязываясь к каким-то конкретным классам образований. При этом следует внимательно следить и по возможности применять новейшие разработки в общей теории алгоритмов компьютерного зрения.

## **6.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

В данном разделе описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Морфологическая матрица для подсистемы веб-доступа представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Морфологическая матрица для подсистемы веб-доступа

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
А. СУБД	MS SQL Server	Oracle	MySQL
Б. Язык программирования	C++	Python	C#
В. Шаблон проектирования	MVC	MVVM	MVP

Наиболее желательное функциональное решение – А1Б3В1. Возможные варианты решения технической задачи – А1Б1В1, А1Б3В2.

## **6.3 Планирование научно-исследовательских работ**

### **6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования**

На начальном этапе создания проекта необходимо провести планирование научно-исследовательских работ. Планирование комплекса предполагаемых работ включает в себя определение структуры работ в рамках научного исследования, определение участников каждой работы, установление продолжительности работ, построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение

исполнителей по видам работ. Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень этапов и работ, распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка задачи	1	Определение цели и задач создания разработки	Исполнитель Руководитель
	2	Изучение функциональных возможностей системы Rubius DrEAM	Исполнитель
Анализ предметной области	3	Изучение аналогов системы	
	4	Написание технического задания (ТЗ)	Исполнитель Руководитель
Проектирование	5	Проектирование архитектуры системы	Исполнитель Руководитель
	6	Проектирование модульной архитектуры	
	7	Проектирование интерфейсов приложения	
Программная реализация	8	Разработка необходимого функционала системы	Исполнитель Руководитель
Тестирование	9	Тестирование системы	Исполнитель
	10	Внесение изменений	Руководитель
Подготовка документации	11	Оформление документации	Исполнитель
	12	Утверждение документации	Руководитель

### 6.3.2 Определение трудоемкости работ

В данном разделе необходимо определить трудоемкость выполнения работ. Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому являются важным моментом. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости тоже используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5},$$

где  $t_{\min}$  – минимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел/дн.;  $t_{\max}$  – максимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел/дн.

Результат расчёта трудоёмкости работ представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Трудоемкость выполнения работ

Этап	Продолжительность, дни								
	t <sub>min</sub>			t <sub>max</sub>			t <sub>ож</sub>		
	Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3
Постановка задачи	2	3	3	4	5	5	2,8	3,8	3,8
Изучение функциональных возможностей системы Rubius DrEAM	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8
Обзор аналогов системы	6	6	6	10	10	10	7,6	7,6	7,6
Написание технического задания (ТЗ)	2	3	3	3	4	4	2,4	3,4	3,4
Проектирование архитектуры системы	2	3	3	3	4	4	2,4	3,4	3,4
Проектирование модульной архитектуры	2	3	3	3	4	4	2,4	3,4	3,4
Проектирование интерфейсов приложения	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2
Программная реализация	60	80	70	70	90	80	64	84	74
Тестирование	3	3	3	4	5	5	3,4	3,8	3,8
Оформление документации	14	14	14	17	17	17	15,2	15,2	15,2
Итого	96	120	110	124	149	139	107,2	131,2	121,6



### 6.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При разработке программного обеспечения необходимым является составление плана проведения работ с датами начала каждого этапа и продолжительностью этапов. Данная информация представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Длительность этапов разработки

Основные этапы		Дата начала	Длительность, дни
Постановка задачи		08.01.18	3
Анализ предметной области	Изучение функциональных возможностей системы Rubius DrEAM	11.01.18	5
	Обзор аналогов системы	18.01.18	10
	Написание технического задания (ТЗ)	01.02.18	2
Проектирование	Проектирование архитектуры системы	05.02.18	3
	Проектирование модульной архитектуры	08.02.18	3
	Проектирование интерфейсов приложения	13.02.18	4
Программная реализация		17.02.18	60
Тестирование		17.04.18	3
Оформление документации		23.04.18	21

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{\text{кл}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{кал}}$$

где  $T_{\text{кл}}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{\text{р}}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;  $T_{\text{кал}} = 365$ .  $T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;  $T_{\text{вых}} = 118$ .  $T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году;  $T_{\text{пр}} = 14$ .

Все рассчитанные значения представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Длительность работ в рабочих и календарных днях

Основные этапы	Длительность работ в рабочих днях, $T_{\text{р}}$			Длительность работ в календарных днях, $T_{\text{к}}$		
	Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3
Постановка задачи	1,4	1,9	1,9	2,1	2,85	2,85
Изучение функциональных возможностей системы Rubius DrEAM	3,8	3,8	3,8	5,7	5,7	5,7
Обзор аналогов системы	7,6	7,6	7,6	11,4	11,4	11,4
Написание технического задания (ТЗ)	1,2	1,7	1,7	1,8	2,55	2,55
Проектирование архитектуры системы	1,2	1,7	1,7	1,8	2,55	2,55
Проектирование модульной архитектуры	1,2	1,7	1,7	1,8	2,55	2,55
Проектирование интерфейсов приложения	1,6	1,6	1,6	2,4	2,4	2,4
Программная реализация	32	42	37	48	63	55,5
Тестирование	1,7	1,9	1,9	2,55	2,85	2,85
Оформление документации	7,6	7,6	7,6	11,4	11,4	11,4
Итого	59,3	71,5	66,5	88,95	107,25	99,75

### 6.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Состав бюджета выполнения работ по разработке подсистемы веб-доступа включает в себя стоимость всех расходов, необходимых для их выполнения. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды;

#### 6.3.4.1 Основная заработная плата исполнителей

Данная статья расходов включает заработную плату двух исполнителей. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоёмкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Для расчета среднедневной заработной платы необходимо воспользоваться формулой:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{тс}}$ );  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Рассчитанные значения представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Основная заработная плата исполнителей

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{дн}}$ , руб	Т <sub>раб</sub> , дн			$Z_{\text{осн}}$ , руб		
				Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3
Руководитель	27500	1,3	1247	21	23	23	26187	28681	28681
Исполнитель	9489	1,3	400	107	131	121	42800	52400	48400
Итого							68987	81081	77081

#### 6.3.4.2 Дополнительная заработная плата исполнителей

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (0,12 – 0,15).

В таблице 19 представлены результаты расчёта дополнительной заработной платы.

Таблица 19 – Дополнительная заработная плата исполнителей

Исполнители	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
Руководитель	26187	28681	28681	0,12	3142,5	3441,7	3441,7
Исполнитель	42800	52400	48400		5136	6288	5808
Итого					8278,5	9729,7	9249,7

### 6.3.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В таблице 20 представлены результаты расчёта отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	26187	28681	28681	3142,5	3441,7	3441,7
Исполнитель	42800	52400	48400	5136	6288	5808
$k_{внеб}$	0,3					
<b>Итого</b>						
<b>Исполнение 1</b>	23179,5					
<b>Исполнение 2</b>	27243,2					
<b>Исполнение 3</b>	25899,2					

#### **6.3.4.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчёт бюджета затрат НТИ

<b>Наименование статьи</b>	<b>Сумма, руб</b>		
	<b>Исп1</b>	<b>Исп2</b>	<b>Исп3</b>
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	68987	81081	77081
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8278,5	9729,7	9249,7
Отчисления во внебюджетные фонды	23179,5	27243,2	25899,2
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>100445</b>	<b>118054</b>	<b>112230</b>

#### 6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где  $I_{\text{финр}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;  $\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;  $\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральные финансовые показатели разработки для вариантов исполнения:

$$I_{\text{финр}1} = 100445 / 118054 = 0.85$$

$$I_{\text{финр}2} = 118054 / 118054 = 1$$

$$I_{\text{финр}3} = 112230 / 118054 = 0.95$$

В таблице 22 представлена сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Критерии				
Надежность	0,2	4	4	4
Рациональное использование ресурсов	0,1	5	3	3
Удобство интерфейса	0,3	4	4	3
Возможность использования на мобильных устройствах	0,4	5	5	5
ИТОГО	1			

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $b_i$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$$I_{p-исп1} = 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 = 4,3;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 = 4;$$

Интегральные показатели эффективности вариантов исполнения разработки определяются на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}$$

$$I_{исп1} = 4,5 / 0,85 = 5,29$$

$$I_{исп2} = 4,3 / 1 = 4,3$$

$$I_{исп3} = 4,0 / 0,95 = 4,21$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

$$\mathcal{E}_{cp1} = 5,29 / 5,29 = 0,93$$

$$\mathcal{E}_{cp2} = 4,3 / 5,29 = 0,81$$



$$\text{Э}_{\text{ср3}} = 4,21 / 5,29 = 0,796$$

В таблице 23 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

<b>№ п/п</b>	<b>Показатели</b>	<b>Исп.1</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	1	0,95
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,3	4
3	Интегральный показатель эффективности	5,29	4,3	4,21
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,93	0,81	0,796

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что более эффективным вариантом решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 вариант.

## **Вывод**

В ходе разработки части дипломной работы, затрагивающей финансовую и ресурсную эффективность, была проведена оценка потенциальных потребителей разработанной подсистемы веб-доступа. Также были рассмотрены статьи затрат на реализацию проекта. Была проведена оценка сравнительной эффективности исследования и выбран один из трех вариантов исполнения, оказавшийся наилучшим с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности.

## **7 Социальная ответственность**

### **Введение**

В данном разделе магистерской диссертации рассмотрены вопросы обеспечения производственной и экологической безопасности выполняемых работ, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Во время разработки подсистемы веб-доступа к данным о ремонте и обслуживании производственного оборудования в ЕАМ-системе Rubius DrEAM выполнялись работы, связанные со сбором, анализом и структуризацией требований, проектированием архитектуры и интерфейсов приложения, и реализацией. Весь объем представленных работ непосредственно связан с вычислительной техникой: персональным компьютером, периферийными устройствами, устройствами ввода и вывода информации. Данное взаимодействие соответственно связывает человека с дополнительным, вредным воздействием группы факторов. В таких условиях необходимым является снижение неблагоприятного воздействия вредных факторов, присутствующих при работе с вычислительной техникой.

## 7.1 Производственная безопасность

Был проведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при разработке подсистемы веб-доступа.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды, представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы при реализации подсистемы веб-доступа к данным о ремонте и обслуживании производственного оборудования в ЕАМ-системе Rubius DrEAM

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Разработка подсистемы	1.Электромагнитное излучение;	1.Электрический ток. 2.Пожаро-опасность	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [23]. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [24]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [25].

## 7.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

### 7.1.1.1 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение представляет собой электромагнитные волны, возбуждаемые различными излучающими объектами, – заряженными частицами, атомами, молекулами.

Компьютер является одним из наиболее распространенных источников влияния электромагнитных излучений на рабочем месте. В качестве источников излучения компьютер имеет монитор и системный блок. Проблема электромагнитного излучения является достаточно важной, так как пользователь может проводить перед компьютером очень длительное время, а значит и время воздействия электромагнитного поля велико.

Электромагнитные излучения наибольшее влияние оказывают на иммунную, нервную, эндокринную систему.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам (ПЭВМ) и организации работы [23] временные допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых персональными компьютерами, не должны превышать значений, представленных в Таблице 25.

Таблица 25 – Временные допустимые уровни электромагнитного поля, создаваемых персональными компьютерами на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц–400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц–400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Для снижения негативного влияния электромагнитного излучения от монитора, желательно использовать жидкокристаллический монитор. Также приветствуется использование специальных защитных экранов. К рекомендациям можно отнести то, что монитор должен стоять не ближе, чем на расстоянии вытянутой руки.

Чтобы свести к минимуму негативное влияние электромагнитного излучения от монитора, необходимо придерживаться простых правил:

- Выбирая монитор, лучше отдать предпочтение жидкокристаллическому варианту. Излучение мониторов с электроннолучевой трубкой намного сильнее, чем у жидкокристаллических аналогов;

- постараться расположить монитор в углу. Стены будут поглощать электромагнитное излучение, которое испускают боковые и задние стенки;

- не забывать выключать монитор, если уходите ненадолго от рабочего стола;

- монитор должен стоять от стула не ближе, чем на расстоянии вытянутой руки. Не нужно придвигать его слишком близко к лицу и наклоняться к экрану.

## **7.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

### **7.1.2.1 Электрический ток**

В связи с наличием электрооборудования для данного производственного объекта характерным является возможность поражения электрическим током.

Основными причинами поражения человека электрическим током может являться:

- удар электрическим током при использовании неисправного электрооборудования;
- касание незащищенных частей электроустановки (контакты, провода, зажимы).

Для снижения данного риска необходимо соблюдать нормы электробезопасности.

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентируются ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [24]. Вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [26].

Опасность поражения электрическим током, в отличие от прочих опасностей, усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно. Опасность обнаруживается слишком поздно – когда человек уже поражён.

Персональный компьютер питается от сети 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки;
- не оставлять включенные электрические устройства без наблюдения и не допускать к ним посторонних лиц.

### **7.1.2.2 Опасность возникновения пожара**

В рабочих помещениях с персональными компьютерами повышен риск возникновения пожара. Возможными причинами возникновения пожара может быть неисправность электрооборудования, неправильная их эксплуатация, неудовлетворительный надзор за производственным оборудованием и пожарными устройствами.



Пожарная безопасность включает в себя комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращения пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара.

Избежать дополнительной пожарной опасности поможет соблюдение соответствующих мер пожарной профилактики: проверка исправности электрооборудования, наличия и состояния первичных средств пожаротушения, противопожарного состояния электрооборудования, работоспособности системы вентиляции, состояния эвакуационных выходов, проверка пожарной сигнализации. Также с сотрудниками должен проводиться инструктаж по действиям при возникновении данной чрезвычайной ситуации. Во всех служебных помещениях должен присутствовать план эвакуации людей.

Для предотвращения пожара рабочее помещение должно быть оборудовано устройствами, предназначенными для локализации и ликвидации возгорания на начальной стадии – первичными средствами пожаротушения.

## **7.2 Экологическая безопасность**

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке подсистемы веб-доступа, а также самого продукта в результате его реализации.

В ходе выполнения магистерской диссертации и дальнейшем использовании результата разработки отсутствуют выбросы каких-либо вредных веществ в атмосферу и гидросферу, следовательно, загрязнение воздуха и воды не происходит.

### **7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

По характеру источников возникновения [26] чрезвычайные ситуации классифицируют на следующие группы:

- природные (землетрясения, наводнения, ураганы);
- техногенные (взрывы, аварии, пожары, транспортные катастрофы);
- экологические (загрязнения, опустынивание, кислотные дожди);
- биологического происхождения (эпидемии);
- антропогенные (терроризм, войны).

При работе с компьютерной техникой наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар.

#### **7.3.1 Наиболее типичная ЧС - пожар**

Возникновение пожара в помещениях может обуславливаться следующими факторами:

- возникновением короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки;
- возгоранием устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгоранием мебели по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования электроприборов и электроустановок.

### 7.3.2 Меры по предотвращению ЧС

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочей и аварийной вентиляции);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов.

Необходимо в офисе проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- противопожарный инструктаж персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Также устройства для локализации и ликвидации возгораний должны быть в рабочем состоянии и должен быть обеспечен свободный подход к этим устройствам в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

В помещениях с компьютерной техникой, недопустимо применение воды и пены ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего электронного оборудования.

Для тушения пожаров необходимо применять углекислотные и порошковые огнетушители, которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем. Воду разрешено применять только во вспомогательных помещениях [27].

## **7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **7.4.1 Требования к рабочему помещению для работы с ПЭВМ**

Требования к рабочему помещению для работы с ПЭВМ регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [23].

Рабочее помещение, в котором присутствуют персональные компьютеры, должно удовлетворять эргономическим требованиям:

- Помещение должно иметь естественное и искусственное освещение. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток;
- площадь на одно рабочее место пользователя персонального компьютера на базе электроннолучевой трубки должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>, на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м<sup>2</sup>;
- помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации;

- не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

#### **7.4.2 Требования к рабочему месту с ПЭВМ**

Работа с компьютером характеризуется умственным напряжением и высокой напряженностью зрительной работы, поэтому большое значение имеет расположение элементов рабочего места для поддержания оптимальной рабочей позы человека.

Основными элементами рабочего места программиста являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура, мышь; вспомогательными - пюпитр, подставка для ног [28].

Требования к рабочему месту с ПЭВМ описаны в ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения [28].

Рабочее место должно удовлетворять следующим требованиям:

- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учетом характера выполняемой работы;
- размеры рабочей поверхности стола должны быть: глубина - не менее 600 мм, ширина - не менее 1200 мм;
- рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм;
- рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев. Покрытие рабочей поверхности стола должно быть из диффузно отражающего материала с коэффициентом отражения 0,45-0,50;
- рабочий стул должен обеспечивать поддержание физиологически рациональной рабочей позы оператора в процессе

трудовой деятельности. Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте. Поверхность сиденья должна иметь ширину и глубину не менее 400 мм. Должна быть предусмотрена возможность изменения угла наклона поверхности сиденья от 15° вперед до 5° назад. Высота поверхности сиденья должна регулироваться в пределах от 400 до 550 мм;

- дисплей на рабочем месте должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. Дисплей должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60°;

- монитор должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм;

- клавиатура на рабочем месте должна располагаться так, чтобы обеспечивалась оптимальная видимость экрана. Клавиатура должна иметь возможность свободного перемещения. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии от 100 до 300 мм от переднего края, обращенного к оператору, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы [28].

## **Заключение**

По итогам выполнения магистерской диссертации была разработана подсистема веб-доступа к данным о ремонтах и обслуживании оборудования в ЕАМ-системе Rubius DrEAM.

Для создания системы был проведен анализ предметной области, связанной с паспортизацией оборудования в ЕАМ-системах, сформированы требования к информационной системе, проведены все этапы проектирования архитектуры, реализованы функциональные возможности системы.

Разработанное программное обеспечение имеет практическое значение для организаций, занимающихся ремонтными работами и обслуживанием оборудования.

Разработанная подсистема веб-доступа позволит пользователям системы осуществлять получение необходимой информации об объектах оборудования, осуществлять поиск оборудования, просматривать паспортизацию оборудования и управлять связанными объектами (события, документы, нормативы), осуществлять быструю идентификацию оборудования через распознавание QR-кодов графических меток на оборудовании. Также подсистема имеет разграничение прав доступа к управлению данными в зависимости от роли пользователя в системе.

К тому же информационная система поддерживает управление ролями пользователей, что позволяет разграничить права доступа пользователей в зависимости от роли пользователя в системе.

## Список используемых источников

1. Системы управления основными фондами предприятия [Электронный ресурс] Государство.Бизнес.ИТ, Режим доступа – <http://www.tadviser.ru/index.php/EAM>, Дата обращения: 02.02.18
2. Компания Rubius. Инженерное программное обеспечение [Электронный ресурс] / Rubius, Режим доступа – <https://rubius.com/ru/>, Дата обращения: 02.02.18.
3. Управление техническим обслуживанием и ремонтами оборудования (ТОиР) [Электронный ресурс] / Rubius DrEAM, Режим доступа – <https://dream.rubius.com/>, Дата обращения: 02.02.18.
4. Enterprise asset management [Электронный ресурс] / Wikipedia, Режим доступа – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_asset\\_management](https://ru.wikipedia.org/wiki/Enterprise_asset_management), Дата обращения: 02.02.18.
5. ЕАМ-система [Электронный ресурс] / Tadviser.Государство.Бизнес.ИТ, Режим доступа – <http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ЕАМ-система>, Дата обращения: 02.02.18.
6. Rubius DrEAM. Справочное руководство [Электронный ресурс], Режим доступа – <https://dream.rubius.com/news/kompaniya-rubius-vyipustila-sistemu-upravleniya-tehnicheskim-obslyuzhivaniem-i-remontami-oborudovaniya-toir-rubius-dream/>, Дата обращения: 06.02.2018.
7. QR-код [Электронный ресурс] / Wikipedia, Режим доступа – <https://ru.wikipedia.org/wiki/QR-код>, Дата обращения: 25.05.2018.
8. Создание QR-кода [Электронный ресурс] / Интернет-технологии, Режим доступа – <http://www.internet-technologies.ru/articles/kak-sozdat-qr-kod-i-zachem-eto-nuzhno.html> , Дата обращения: 25.05.2018.
9. О системе Галактика ЕАМ [Электронный ресурс] / Галактика ЕАМ, Режим доступа – <https://www.galaktika.ru/eam>, Дата обращения: 08.02.18.



10. Разработка мобильного приложения [Электронный ресурс] / Корпорация Галактика. Корпоративные новости, Режим доступа – <https://www.galaktika.ru/blog/galaktika-razrabotala-mobilnoe-prilozhenie-dlya-monitoringa-sostoyaniya-obektov-energoinfrastruktury.html>, Дата обращения: 08.02.18.
11. NERPA EAM – система ТОиР [Электронный ресурс] / NovoSoft, Режим доступа – <http://www.novosoft.ru/nerpa/nerpa-eam.shtml>, Дата обращения: 08.02.18.
12. Система управления техническим обслуживанием и ремонтами [Электронный ресурс] / GLOBAL-EAM, Режим доступа – <http://www.global-eam.ru/>, Дата обращения: 08.02.18.
13. SAP TORO [Электронный ресурс] / ASAP Consulting, Режим доступа – <http://asapcg.com/solutions/sap-toro/>, Дата обращения: 08.02.18.
14. Мобильное приложение SAP Work Manager [Электронный ресурс] / Информационные технологии и консалтинг, Режим доступа – <http://www.itctg.ru/solutions/sap-work-manager>, Дата обращения: 08.02.18.
15. 1С:Предприятие 8. ТОиР Управление ремонтами и обслуживанием оборудования 2 КОРП [Электронный ресурс] / Комплект Софт, Режим доступа – [https://agentura-soft.ru/catalog/1s\\_predpriyatie\\_8\\_toir\\_upravlenie\\_remontami\\_i\\_obslyzhivaniem\\_oborudovaniya\\_2\\_korp.html](https://agentura-soft.ru/catalog/1s_predpriyatie_8_toir_upravlenie_remontami_i_obslyzhivaniem_oborudovaniya_2_korp.html), Дата обращения: 08.02.18.
16. Мобильное приложение «ТОиР: Регистратор» [Электронный ресурс] / Деснол Софт, Режим доступа – <https://desnolsoft.ru/news/detail741.htm>, Дата обращения: 08.02.18.
17. SYS-PROG: Системное программирование для науки и бизнеса [Электронный ресурс] / ТОиР, Режим доступа – [http://sys-prog.com/ru\\_RU/product/mro/](http://sys-prog.com/ru_RU/product/mro/), Дата обращения: 08.02.18.
18. Интегрированная среда разработки Visual Studio [Электронный ресурс] / MSDN, Режим доступа – <https://msdn.microsoft.com/ru->

[ru/library/dn762121.aspx?f=255&MSPPError=-2147217396](http://ru/library/dn762121.aspx?f=255&MSPPError=-2147217396), Дата обращения: 18.02.18.

19. Руководство по .NET Core [Электронный ресурс] / Microsoft, Режим доступа – <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/core/>, Дата обращения: 18.02.18.

20. ASP.NET Core - новая эпоха в развитии ASP.NET [Электронный ресурс] / Введение в ASP.NET Core / ASP.NET Core - новая эпоха в развитии ASP.NET, Режим доступа – <https://metanit.com/sharp/aspnet5/1.1.php>, Дата обращения: 18.02.18.

21. Microsoft SQL Server 2014 [Электронный ресурс] / Microsoft, Режим доступа – <https://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=42299>, Дата обращения: 18.02.18.

22. QR-коды и обзор основных библиотек работы с ними [Электронный ресурс], Режим доступа – <http://zavyalov.blogspot.ru/2010/07/qr.html>, Дата обращения: 15.03.18.

23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации, Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/901865498>, Дата обращения: 28.04.2018.

24. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации, Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/5200313>, Дата обращения: 28.04.2018.

25. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации, Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200080203>, Дата обращения: 28.04.2018.

26. Чрезвычайная ситуация // Википедия. Свободная энциклопедия, Режим доступа –

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Чрезвычайная\\_ситуация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чрезвычайная_ситуация), Дата обращения:  
29.04.2018.

27. Чрезвычайные ситуации при работе с ПЭВМ // Студопедия.  
Ваша энциклопедия, Режим доступа –  
[https://studopedia.ru/8\\_107307\\_osveshchenie-pomeshcheniy-vichislitelnih-tsentrov.html](https://studopedia.ru/8_107307_osveshchenie-pomeshcheniy-vichislitelnih-tsentrov.html), Дата обращения: 29.04.2018.

28. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие  
эргономические требования и требования к производственной среде.  
Методы измерения // Электронный фонд правовой и нормативно-  
технической документации, Режим доступа –  
<http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50923-96>, Дата обращения: 29.04.2018.

## Приложение А

(справочное)

### Analytical review

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ6А	Копейкина Вероника Юрьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Кудинов Антон Викторович	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Комиссарова Ольга Валентиновна	к.ф.н		

Консультант отделения информационных технологий ИШИТР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н		

## 1.1 EAM-systems

Enterprise asset management (EAM) involves the management of the maintenance of physical assets of an organization throughout each asset's lifecycle. EAM is used to plan, optimize, execute, and track the needed maintenance activities with the associated priorities, skills, materials, tools, and information. This covers the design, construction, commissioning, operations, maintenance and decommissioning or replacement of plant, equipment and facilities.

EAM-systems allow you to manage the following processes:

- maintenance and repair;
- material and technical supply;
- management of warehouse stocks;
- management of finances, quality and labor in terms of maintenance, repairs and logistics.

The main functions of EAM-systems are:

- formation of a base of equipment and normative-reference information on its maintenance;
- scheduling of actions for maintenance and repairs of the equipment (TORO);
- organization of the application company;
- observation of processes of maintenance and repair of the equipment;
- control of real expenses in a section of objects and actions;
- fixing of the main technological approaches in operation of the equipment (failures, idle times);
- working out the required maintenance activities based on the data of the automated process control system;
- ensuring the transfer of the necessary information to the ERP;
- evaluating information on TORO and organization of the

corporate reporting.

## **1.2 Certification in EAM-systems**

One of the main objectives of EAM systems is the problem of certification of the equipment.

Passports of objects are the standard operational documents regulated by industry standards therefore EAM systems are focused on storage and maintenance of electronic versions of real passports of objects

Certification of the equipment usually includes the following tasks:

- search, selection and viewing of equipment data in accordance with various classification methods;
- input and updating of lists of technical and cost characteristics for various types of equipment, spare parts and materials;
- input and correction of passport data on typical and individual characteristics of equipment copies;
- accounting for regulatory and reference data on maintenance and repair of equipment;
- maintenance of data on the history of repair, modernization and on the work performed;
- issue of reports in various sections about structure of the equipment, its characteristics and history.

### 1.3 About Rubius DrEAM system

Rubius DrEAM – system on management of maintenance and repairs of the equipment (TOIR).

Rubius DrEAM is intended for automation of work of the services responsible for working technical condition of the equipment and solves the following main objectives:

- Certification of equipment.

Rubius DrEAM allows to keep the configured passports of the equipment (fig. 1) and to consider its technical characteristics, standards of service and also defects, refusals, stops and idle times. For descriptive reasons and fast navigation, the hierarchical structure of the equipment can be presented in the form of trees, tables, lists.

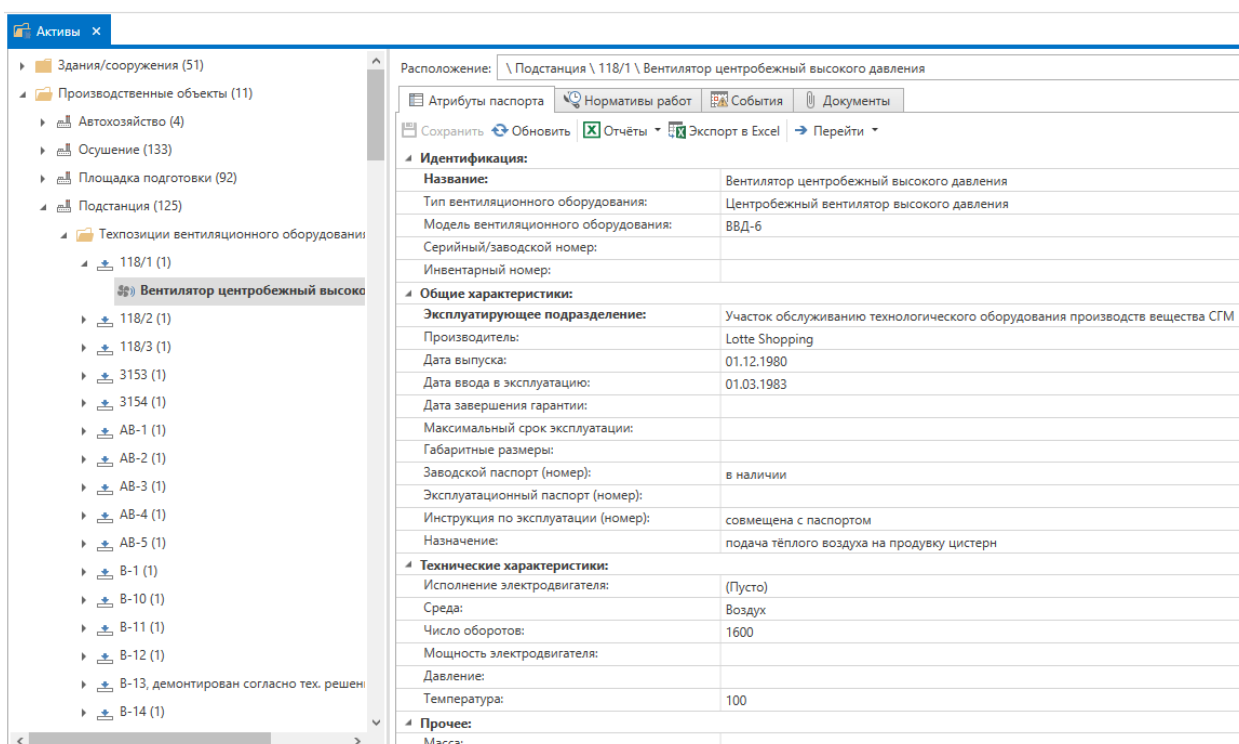


Figure 1 – The passport of equipment

- Planning.

On the basis of standards Rubius DrEAM automatically counts scheduled plans of repairs, surveys or equipment maintenance. Scheduled plans can be planned for month, quarter or year. The system allows to synchronize work adjacent to service automates issue of admissions for works

- Execution and control.

The system allows to trace the course of implementation of plans in real time. Performers are given an opportunity to report on the performed works and to receive notices of the coming or stitched tasks.

- Analysis and reporting.

The built-in analytical module allows to make the analysis of execution of plans, to plan the needs for material resources, to count optimum terms of performance of work. The module of creation of the reporting allows to create the standard and configured reports, to export them to Excel or Web.

Rubius DrEAM is integrated with ERP systems and the systems of warehouse account for formation of applications for material resources. Also all electronic archive of the specifications and technical documentation with a binding to the equipment and works is stored in system.

The main scopes of this system are industries: construction, chemistry and mechanical engineering.



## 1.4 Architecture of system Rubius DrEAM

The information system Rubius DrEAM has two-unit client-server architecture. There is the diagram of components on the figure 2.

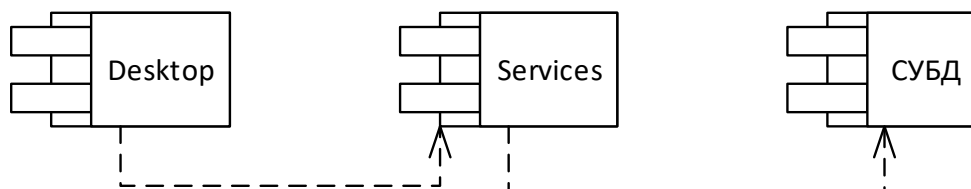


Figure 2 – The diagram of components

The component «Desktop» is desktop software and placed on the client`s side. The component «Services» is also placed on client`s side and represents services which provide access to data. The component «СУБД» (DBMS – data base management system) is placed on server`s side and represents DBMS with database.

Via the user interface of the desktop application the client requests data. By means of services data are taken from the database. DBMS processes the requests arriving from services and gives the received result to service component, which gives result to the desktop application.

For expansion of the existing system it will be added a web component which will interact with already existing component of services. The component of the client application and the database won't be modified. The user will request data neither through the client application but through a web application, there will be an address to a component of services and display of result in a web component.

## **1.5 The review of the existing EAM-systems**

### **1.5.1 «Галактика EAM»**

The control system of production assets «Галактика EAM» is used to assess technical condition of production objects, planning of repair and reduction of costs of maintenance.

The main functions of systems are:

- accounting of the equipment;
- forecasting of probability of failure;
- monitoring of technical condition of the equipment;
- assessment of production risks;
- control and analysis of technological influences;
- analysis and assessment of technical condition;
- analysis of the efficiency of management of production assets.

The platform of development is XAFARI.

#### **1.5.1.1 Certification in «Галактика EAM»**

The base of system «Галактика EAM» is the database of the equipment (DE) - certification in electronic form.

The hierarchy of objects of the database of the equipment (DE) (fig. 3) has to display the existing logical communications between production divisions and the equipment mounted in them. The equipment is presented in the hierarchy form to simplify the search and to obtain different analytical information.



Figure 3 – The hierarchy of objects of DE

For the same objects the description of models with standard technical characteristics and properties which are inherited from model to objects is used. Certification of the equipment is presented on the figure 4.

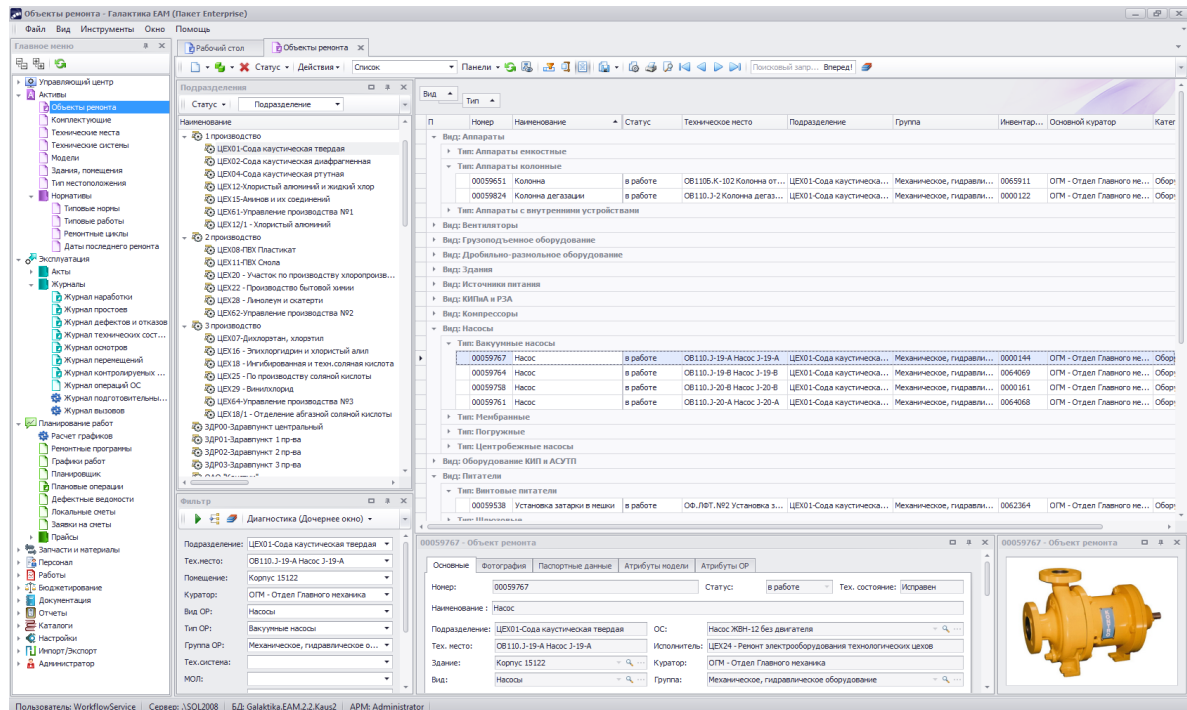


Figure 4 – The certification of equipment оборудования

Each object of repair contains the description of passport characteristics, technical parameters and classification. The passport of an object with all history is submitted in the figure 5.

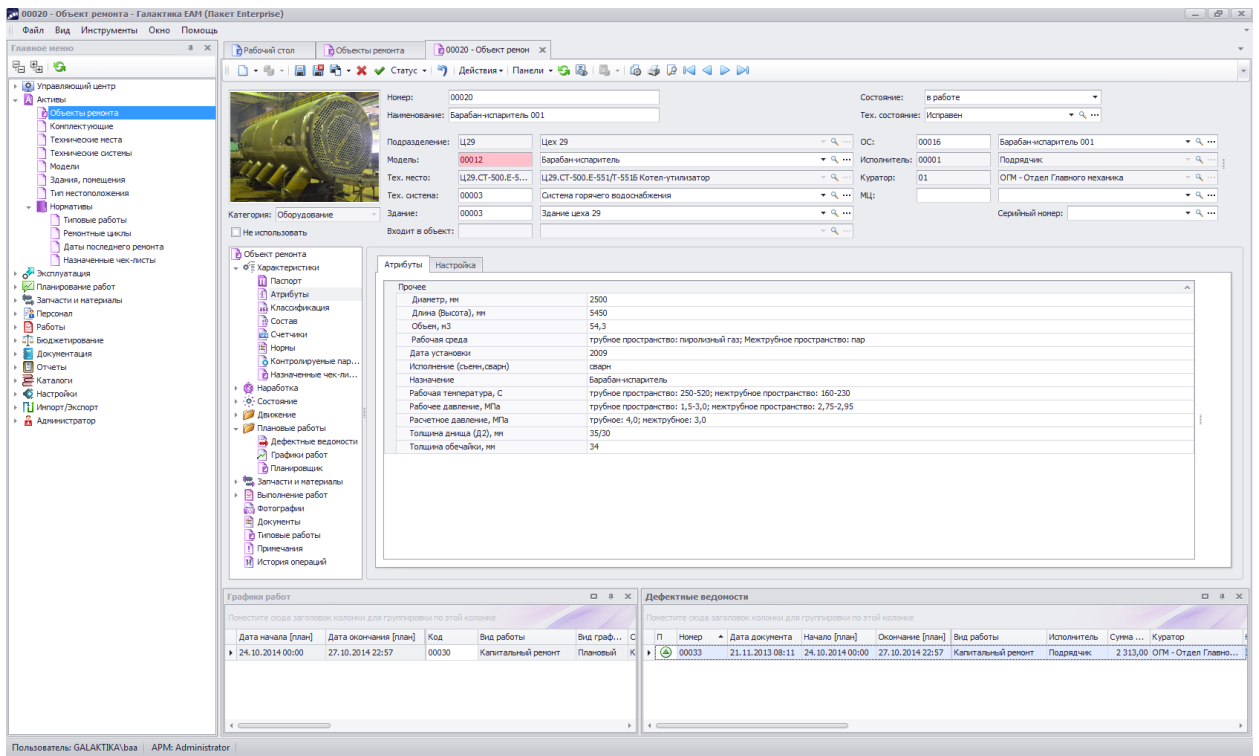


Figure 5 – The passport of object

### 1.5.1.1 Certification in web application «Галактика EAM»

Besides the desktop application there is also a web client (fig.

6).

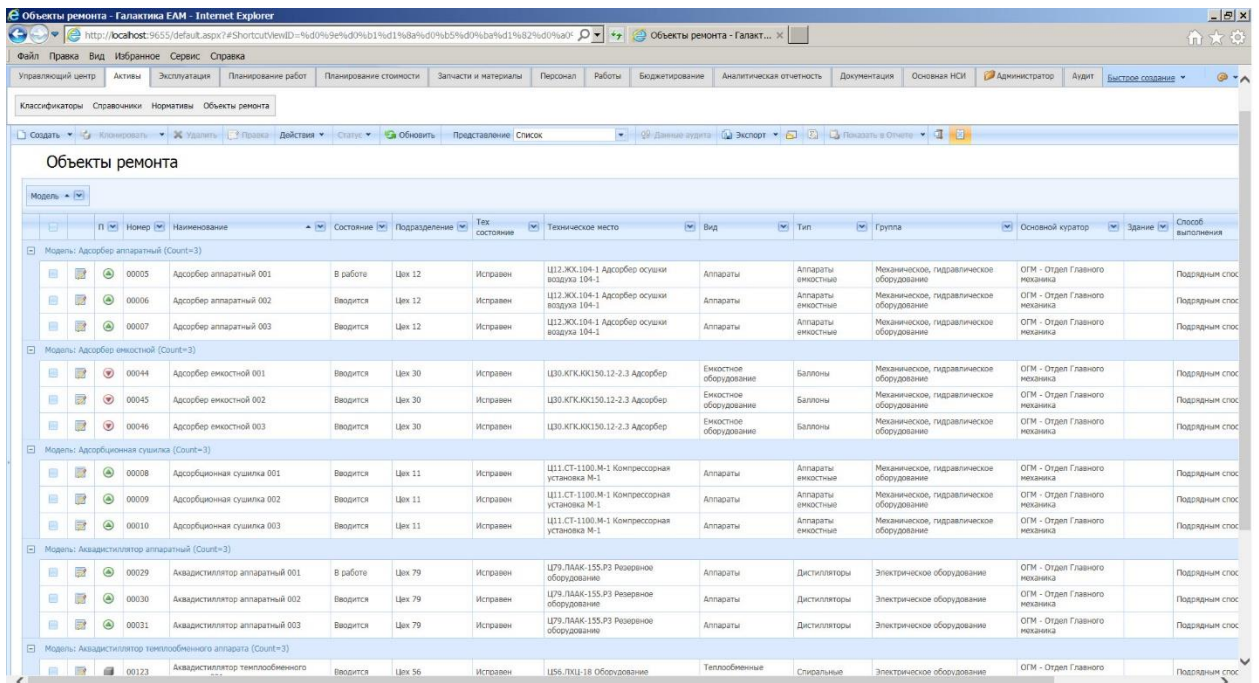


Figure 6 – Web client of «Галактика EAM»

In the web client the following functions are available:

- input and correction of technical characteristics for different types of the equipment;
- viewing of data on the equipment with a possibility of sorting according to the name and many other characteristics;
- maintaining data on defects of an object, modernization and also about the works performed.

#### 1.5.1.1.2 Certification in mobile application «Галактика ЕАМ»

Also there is a mobile client (fig. 7) to solve production tasks:

- management of operational rounds;
- inventory;
- collection of data on the equipment;
- diagnostics.

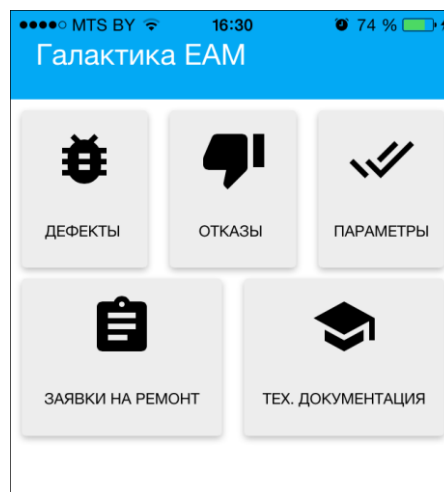


Figure 7 – Mobile application «Галактика ЕАМ»

The mobile application is supported by all functionality of the «Галактика ЕАМ». The principle of work of this application is very simple: if during the round the employee has noticed breakage, he can photograph and send the file with a task for elimination to the crew. In turn, the crew will have an access to all information on the necessary object. After completion of repair,

the application sends all data on the carried-out works to the server. Heads will obtain in real time all data on the current location of crews and their actions.

### **1.5.2 «NERPA EAM»**

«NERPA EAM» – the information management system production assets of the enterprise. Functions of system cover a full cycle of operations on management of assets.

The main functions of «NERPA EAM» are:

- accounting of the equipment;
- monitoring of technical condition of the equipment;
- account and costs planning;
- management of repairs and equipment maintenance;
- planning;
- management of repair personnel;
- reports;
- the centralized storage of repair documentation.

#### **1.5.2.1 Certification in «NERPA EAM»**

In the system the accounting of the processing and production equipment, tools, gages, vehicles are carried out. The detailed description of all types of the equipment at the enterprise is submitted in cards of accounting of the equipment (fig. 8).

The card of the equipment includes the following information:

- main information: identification data, operational data;
- functions of an asset;
- structure of an asset;
- regulations of maintenance;
- condition of the equipment;
- history of changes in a system of accounting of the equipment;

- the attached documents (repair documentation);
- comments.

The screenshot shows a web application window titled 'Актив' (Equipment). The window has a blue header with a close button. Below the header is a navigation bar with tabs: 'Основное', 'Функции актива', 'Состав', 'Обслуживание', 'Заказ-наряды', 'История изменений', 'Документы', and 'Комментарии'. The main content area is divided into four sections:

- Идентификационные данные** (Identification data):
  - Заводской номер\* (Factory number): as-a177
  - Инвентарный номер\* (Inventory number): 221216\_3
  - Описание (Description): Напряжение питания 380 В, Потребляемая мощность 0,75 кВт
  - Модель (Model): Станок заточный METABO DSD 200
  - Buttons: 'Открыть' (Open)
- Состояние** (Status):
  - Статус (Status): В эксплуатации (In operation)
  - Состояние (Condition): Исправен (Working)
- Эксплуатационные данные** (Operational data):
  - Отв. за эксплуатацию (Responsible for operation): Иванов И.И.
  - Ответственный за учёт (Responsible for accounting): Иванов И.И.
  - Место эксплуатации\* (Location of operation): ООО "СМК"ЦМ СМК
  - Дата ввода в эксплуатацию (Date of commissioning): 2016-12-20 12:00
  - Тех. позиция (Technical position): 10276892; assa335; 211216\_2; Система оборудования предпри.
- Приобретение** (Acquisition):
  - Дата покупки (Purchase date): 2016-12-07 12:00
  - Дата начала гарантии (Warranty start date): 2016-12-19 12:00
  - Стоимость при покупке (Purchase cost): [empty field]
  - Дата окончания гарантии (Warranty end date): 2017-01-08 12:00

At the bottom right, there are three buttons: 'OK', 'Сохранить' (Save), and 'Отмена' (Cancel).

Figure 8 – The card of equipment

### 1.5.2.1.1 Certification in web application «NERPA EAM»

There is a possibility to work with system via the web browser.

The following functions are available to the web client:

- search, selection and viewing of data on the equipment according to various ways of classification;
- input and correction of passport data about standard and individual characteristics of copies of the equipment;
- equipment binding to organizational structure of the enterprise;
- equipment binding to physical structure of the enterprise;
- a possibility of attachment to cards of the equipment of pictures of the equipment.

### **1.5.3 «Global EAM»**

The system of repairs and maintenance of the equipment of the Global-EAM (TOIR) enterprise is the domestic software product developed by the company «Business of Technology» for information support of works on maintenance and repair of the equipment.

Scope of the system – the enterprises of the industry, transport and also any enterprises and the organizations in which it is required to automate functions of technical accounting of the equipment, storage of technical documentation.

The tasks solved by the «Global EAM» system:

- automation of scheduling on maintenance and repair of the equipment;
- providing personnel with information necessary for decision-making at work on repair of the equipment;
- accumulation of the data on the equipment, his history and features of his operation received from experts and also for systematization and the centralized storage of such data;
- automation of obtaining analytical reports and standard documents in the forms;
- storage and providing data with the purpose of assessment and forecast of technical condition of the equipment.

#### **1.5.3.1 Certification in «Global EAM»**

The «Global EAM» system is focused on storage and maintenance of electronic versions of real passports of objects. The user can independently specify a set of the stored passport data for different types of the equipment.

The passport of an object is submitted in the figure 9.

The passport contains:

- main reference information (name, technical place, type of



equipment, model, etc.);

- the characteristic inherent in all types of the equipment;
- list of individual characteristics of the equipment.

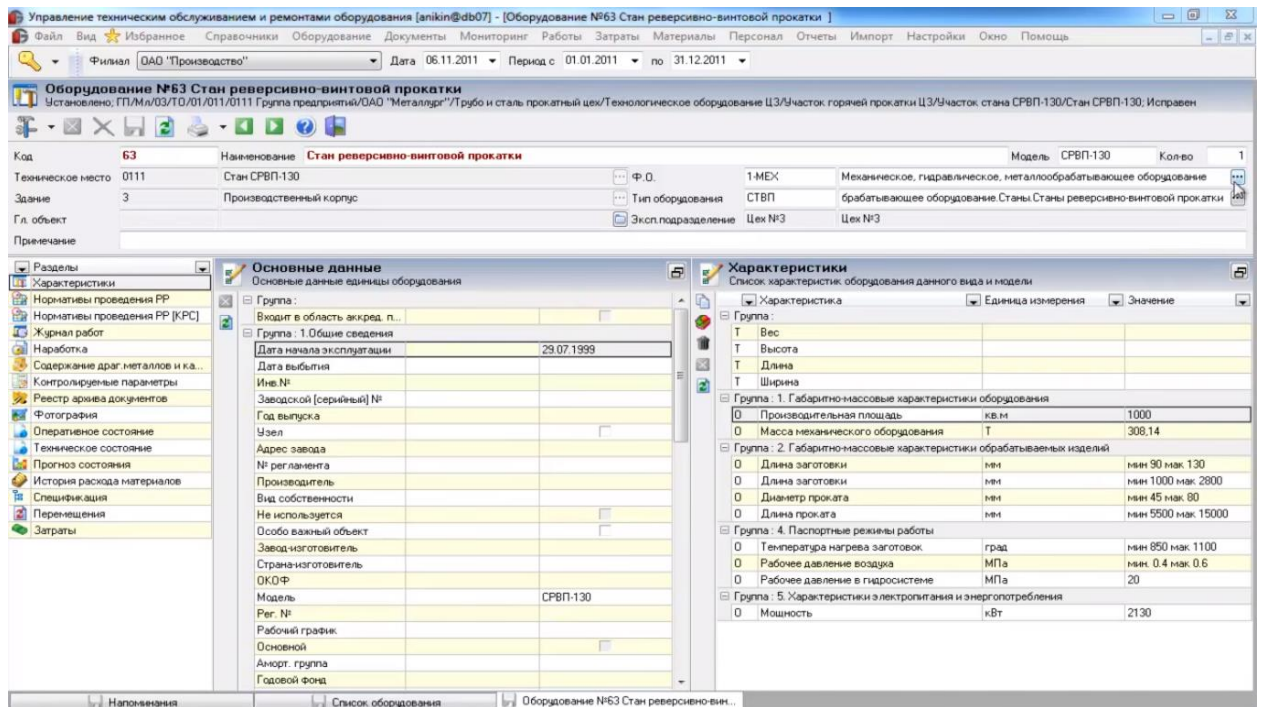


Figure 9 – The passport of equipment in «Global EAM»

### 1.5.3.1.1 Certification in mobile application «Global EAM»

The mobile application «Global EAM» for the Android operating system is the service available from the smartphone or the tablet:

- to issue the application for performance of any works and to keep in the future of the status of her performance (fig. 10);
- to get reference information about the equipment;
- to receive a task for performance of work and to bring result of her performance.
- to record value of controlled parameters of his operating mode during survey of the equipment.

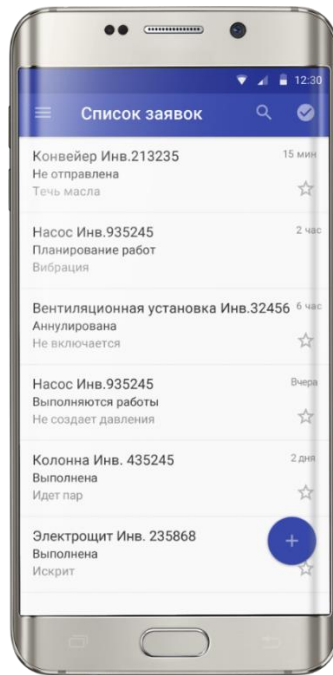


Figure 10 – The list of records in mobile application «Global EAM»

#### 1.5.4 «SAP TOPO»

«SAP TOPO» is a module of maintenance and repair of the equipment of the company.

«SAP TOPO» will allow:

- to automate maintaining data on the equipment (technical places, units of equipment, classification);
- to carry out certification of the equipment;
- to make calculation of needs for materials, spare parts and to provide formation of applications for their purchase in necessary quantities and the range;
- to provide account and control of performance of repair work, including control of performance of the made repairs, the confirmations of the actual number of hours spent for carrying out repair work, a holiday of materials and so forth;
- to conduct management of purchases;
- to plan number of staff and other types of material resources;
- to effectively distribute and correct costs of repair on the chosen

indicators (structural division, a certain period of time).

#### 1.5.4.1 Certification in mobile application «SAP TOPO»

SAP Work Manager is a mobile application for diagnostics, maintenance, repair of devices and the equipment by means of use of mobile devices.

The mobile application provides:

- maintenance, repairs;
- information on location of the equipment, history of repairs, the required materials;
- control of technical condition: fixing of defects, input of measurements, photo, video;
- write-off of hours worked (individually or on crew);
- maintenance and input of indications of metering devices;
- work in online and in offline mode.

The base menu of mobile application is on figure 11.

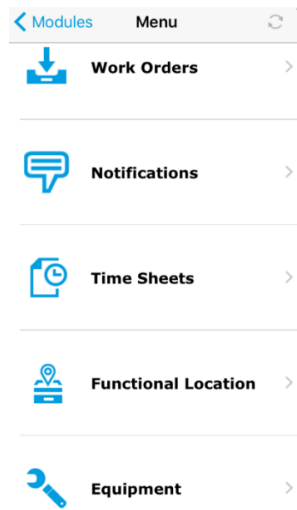


Figure 11 – The base menu of mobile application SAP Work Manager

The passport of an object with necessary attributes is submitted on figure 12.

SAP Work Manager

Modules
Refresh

Equipment	Equipment - PMP-2923434	
5 Total	Description	PUMP,ELECTRIC,150-200 GPM
<b>Electric pump 010</b>	Plant	1000 - Hamburg
P-1000-PRI-98	Work Center	MECHANIK
Serial	FuncLoc	
Plant 1000 - Hamburg	Superior	
Status	Location	Storage Area
<b>PUMP,ELECTRIC,150-200 GPM</b>	Section	Fr. Degner 1234
PMP-2923434	Room	2920
Serial		
Plant 1000 - Hamburg		
Status		
<b>Speedometer for 789C</b>		
SPEED02-789C		
Serial 2		
Plant 1000 - Hamburg		
Status		
<b>Electric pump 001</b>		
TEY-20		
Serial 41		
Plant 1000 - Hamburg		
Status		

Associated Items		
Installed	Uninstalled	Documents
2 Installed Equipment		
PMP-2923282	PUMP,ELECTRIC,150-200 GPM	Linear Asset
Material	Serial	Status
Work Center	MECHANIK	Plant 1000
T-MD99	Multimeter (V, A, Ohm), digital	Test/measurement equipment
Material	Serial	Status
Work Center	OMWE3-00	Plant 1000

Work Orders
Notifications
Time Sheets
Functional Location
Equipment
Settings

Figure 12 – The passport of equipment in SAP Work Manager