

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах
 Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Удалённое управление распределёнными объектами с применением WEB-технологий

УДК 681.516.7-519:004.774

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	Янусов Андрей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов В.В.	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	к.х.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Пушкарев М. И.	к.т.н		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С. В.	к.т.н		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по направлению 27.04.04 «управление в технических системах»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами.
P2	Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с разработкой технических систем управления с использованием аналитических методов и сложных моделей.
P4	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке программно-аппаратных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P5	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P6	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации программно-аппаратных средств автоматизированных систем различного назначения.
P7	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий партнеров
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, при решении инновационных инженерных задач.
P10	Демонстрировать личную ответственность и ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению, непрерывному самосовершенствованию в инженерной деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность): 27.04.04 Управление в технических системах
Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Пушкарев М. И.
(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
8AM71	Янусову Андрею Сергеевичу

Тема работы:

Удалённое управление распределёнными объектами с применением WEB-технологий	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1160/с от 14.02.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является применение WEB-технологий для управления распределёнными объектами промышленного назначения с контролируемыми технологическими параметрами.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор предметной области. 2. Обзор и анализ существующих WEB-технологий. 3. Требования к разрабатываемой системе. 4. Инструменты и методы решения поставленных задач. 5. Программное обеспечение для управления удалёнными распределёнными объектами с применением WEB-технологий. 6. Тестирование системы.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Визуальное представление интерфейсов существующих SCADA-систем. 2. понятное представление функционирования WEB-технологий. 3. визуальное представление интерфейса программного обеспечения удалённого управления распределёнными объектами.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Основная часть	Доцент ИШИТР ОАР, к.т.н., доцент Курганов В. В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.ф.н. Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП, Алексеев Н. А.
Английский язык	Доцент ОИЯ, к.п.н. Сидоренко Т.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов В.В.	к.т.н., доцент		26.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	Янусов Андрей Сергеевич		26.02.2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах

Уровень образования: Магистратура

Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения Весенний семестр 2018 /2019 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)
30.05.19	<i>Основная часть</i>	70
30.05.19	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурс- сбережение</i>	10
30.05.19	<i>Социальная ответственность</i>	10
30.05.19	<i>Обязательное приложение на иностранном языке</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов В.В.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Пушкарев М. И.	к.т.н		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8AM71	Янусов Андрей Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Управление в технических системах

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: разработка проекта (103516р); компьютер (64500р); канцелярские товары (450р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (696р); человеческие ресурсы: инженер и научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормативные документы: Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии"
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Положения ФЗ РФ №212 от 24 июля 2009 г. «О страховых взносах в пенсионный фонд Российской Федерации, фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»; Общая система налогообложения с учетом льгот для образовательных учреждений (27,1% - отчисления во внебюджетные фонды).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. Оценки перспективности проекта по технологии SWOT. 4. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2. Разработка устава научно-технического проекта	1. Составление устава научно-технического проекта. 2. Определение целей и ожиданий, требований проекта. 3. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	1. Расчет материальных затрат НТИ. 2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. 3. Основная заработная плата исполнителей темы. 4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы. 5. Отчисление во внебюджетные фонды 6. Прочие расходы

4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	7. <i>Анализ интегральных показателей эффективности.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений 2. Итоговая матрица SWOT-анализа 3. Календарный план-график выполнения проекта 4. Сравнительная эффективность разработок	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	Янусов Андрей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8AM71	Янусову Андрею Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Удаленное управление распределенными объектами с применением WEB-технологий
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Организация рабочего места осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Выявленные вредные факторы: – нарушение параметров микроклимата – повышение шума – недостаточное освещение – электромагнитные излучения Анализ выявленных опасных факторов: – опасность поражения электрическим током
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта ВКР и области его использования на ОС; – разработка решений по обеспечению экологической безопасности
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Выбор и описание возможных ЧС; типичная ЧС – пожар. – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	Янусов Андрей Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 110 страниц, 42 рисунка, 17 таблиц, 38 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: автоматизация, программное обеспечение, автоматизированная система управления, разработка программного обеспечения, системы управления; промышленность; WEB-технологии; WebSocket.

Объектом исследования является управление распределёнными объектами промышленного назначения с контролируемыми технологическими параметрами.

Цель работы - разработка программного обеспечения для управления и мониторинга технологическими процессами через глобальную сеть Интернет посредством браузеров без установки дополнительного ПО.

В магистерской диссертации исследуются особенности разработки программного обеспечения с промышленным назначением и интеграцией промышленной информации с глобальной сетью Интернет.

В результате исследования разработан интерфейс SCADA-системы на базе восприятия информации человеческими органами чувств, как ситуационное восприятие. Программное обеспечение обеспечивает управление технологическими и производственными процессами непосредственно через браузеры пользователей.

Область применения: нефтяные, нефтесервисные, химические и другие компании промышленной назначения. В будущем планируется добавление аналитического функционала по созданию цифровых моделей оборудования для своевременного технического обслуживания и более точного управления технологическими процессами.

Содержание

Введение.....	12
1 SCADA-системы.....	14
1.1 Общие сведения.....	14
1.2 Существующие SCADA-системы	15
1.3 Предлагаемое решение	26
2 WEB-технологии	28
2.1 Всемирная паутина	28
2.2 Существующие WEB-технологии	29
2.3 Промышленный интернет вещей	36
3 Разработка WEB-SCADA	38
3.1 Применяемые технологии	38
3.2 Схема информационного обмена системы.....	41
3.3 Описание функционирования системы	42
3.4 Результаты разработки	56
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	58
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	58
4.2 Организация и планирование работ	62
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	65
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	70
5 Социальная ответственность	74
5.1 Производственная безопасность	74

5.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов (техника безопасности и производственная санитария)	82
5.3 Экологическая безопасность.....	83
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
Заключение	89
Список публикаций.....	90
Список использованных источников	91
Приложение А	95

Введение

Управление удалёнными распределёнными объектами является сложной и актуальной задачей в современном мире, и требует максимально оперативного отображения хода технологических процессов в каждом из них. Создание единой системы диспетчеризации является важной задачей для повышения эффективности принятия решений управляющим персоналом.

Современная автоматизированная система сбора и обработки измерительной информации распределённых объектов управления должна осуществлять не только информационные функции отображения состояния объектов, но и некоторые управляющие как в автоматическом режиме, так и в режиме активного советчика. В рамках отдельно взятой локальной системы управления не всегда можно оценить эффективность принятых решений, поэтому единая система диспетчеризации позволяет оперативно выявить и исправить результаты недостаточно корректных управленческих решений.

Настоящая магистерская диссертация позволяет решить проблемы интеграции промышленных систем автоматизированного управления с WEB-технологиями и актуальную проблему импортзамещения зарубежных программных продуктов для управления технологическими процессами в сфере промышленности.

Целью данной работы является повышение эффективности управления распределёнными объектами за счет разработки программного обеспечения, предназначенного для создания автоматизированной системы сбора и обработки измерительной информации, именуемой WEB-SCADA-системой, и ориентированной на мониторинг и управление удалёнными объектами через WEB-интерфейс. Целью также является интеграция промышленных систем управления с WEB-технологиями, которая заключается в исследовании и применении на практике актуальных разработок WEB-технологий.

Для этого решаются задачи исследования современных WEB-технологий и промышленности в целом. Исследования позволяют решить задачи интеграции

интернет технологий и всей сферы промышленности. Сделать обзор подходов к разработке программного обеспечения. Разработать информационный поток обмена данными в системе диспетчеризации.

Научная новизна заключается в разработке архитектурного решения передачи промышленных данных с распределённых объектов управления на пользовательский интерфейс с минимальной задержкой передачи информации по времени с применением WEB-технологий для управления технологическими процессами из браузеров.

В результате исследования разработан интерфейс SCADA-системы на базе восприятия информации человеческими органами чувств, как ситуационное восприятие. Программное обеспечение позволяет управлять технологическими и производственными процессами непосредственно через браузеры пользователей. Настоящая WEB-SCADA доступна на рынке SCADA-систем и являет собой интеграцию WEB-технологий и систем управления производством в промышленности. К разработанной SCADA-системе можно производить подключения, находясь в любой точке мира, при условии стабильного подключения к глобальной сети Интернет.

Также одним из ключевых свойств является то, что WEB-SCADA разрабатывается и поддерживается российской компанией ООО «Элком+» г. Томск, что создаёт особенную ценность для Российского рынка, так как система является отечественной разработкой, которая попадает под закон Российской Федерации об импортозамещении. Следовательно, настоящий программный продукт имеет все возможности для распространения и внедрения в существующие системы управления производством на территории Российской Федерации.

1 SCADA-системы

1.1 Общие сведения

В настоящее время на многих предприятиях промышленного типа и в самой промышленности актуальным является вопрос точного и своевременного управления технологическими процессами и объектами.

Чтобы осуществить решение данного вопроса мировым сообществом была придуманы системы диспетчерского управления и сбора данных, именуемых SCADA-системами, которые решают следующие задачи:

- осуществление обмена данными в реальном времени через специальные драйверы устройств связи и управления объектом;
- алгоритмическое, или логическое управление;
- обработка информации в реальном времени;
- отображение протекающего технологического процесса и другой необходимой информации на экране монитора в понятной и удобной форме для восприятия человеком;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчётов о ходе технологического процесса;
- осуществление сетевого взаимодействия между SCADA ПК и промышленными объектами;
- обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.);
- анализ и прогнозирование параметров, поступающих с измерительных устройств.

Термин «SCADA-система» используется, когда речь идет об автоматизированных системах управления, то есть системах контроля и управления, осуществляемого с участием человека – диспетчера, или оператора [1].

При нормальном ходе технологического процесса большинство управляющих воздействий выполняется автоматически с помощью ПЛК, на основе заложенных в них алгоритмов. Вмешательство оператора минимально и требуется, например, при смене маршрутов, режимов работы, уставок технологических параметров. Роль оператора сводится к мониторингу ситуации с помощью SCADA-системы.

Первые SCADA-системы появились в США в 60-х годах XX века. Однако наиболее существенное развитие SCADA-системы получили в 70-80-х годах XX века с развитием элементной базы аппаратных средств, в частности микропроцессорной техники. Базовые функциональные возможности SCADA-систем того времени соответствовали возможностям первых управляющих вычислительных машин, снабженных монохромными алфавитно-цифровыми дисплеями, на которых усилиями энтузиастов-разработчиков часто создавались «псевдографические» изображения – прообраз современной графики. Современные SCADA-системы хорошо структурированы и представляют собой готовые к применению, согласованные по функциям и по всем интерфейсам наборы программных продуктов и вспомогательных компонентов [2].

1.2 Существующие SCADA-системы

В настоящее время мировой рынок предлагает множество продуктовых решений, реализованные в виде SCADA-систем. В дальнейшем будут рассмотрены наиболее популярные программные продукты [3].

1.2.1 SCADA «InTouch» компании Wonderware

Данное программное обеспечение является одним из лидеров на российском и зарубежном рынках SCADA-продуктов, используемых для автоматизации технологических производств.

Программный пакет InTouch, как любой SCADA-пакет, состоит из двух основных компонентов - среды разработки и среды исполнения. В среде разработки создаются мнемосхемы, определяются и привязываются к аппаратным

средствам входные и выходные сигналы и параметры, разрабатываются алгоритмы управления и назначаются права операторов. Созданное таким образом приложение функционирует в среде исполнения.

Для того чтобы приложение могло обмениваться данными с аппаратурой, необходимо использование третьего компонента - отдельной программы, называемой сервером ввода-вывода. Как правило, сервер ввода-вывода ориентирован на использование с конкретным видом оборудования, таким как промышленные контроллеры. InTouch имеет большое число готовых серверов ввода-вывода - более 600. При необходимости можно также разработать новый сервер ввода-вывода с помощью инструментального средства FactorySuite Toolkit. Вместе с тем, используются также серверы ввода-вывода, рассчитанные на обмен данными согласно определенным промышленным стандартам, и которые могут работать со всеми контроллерами, удовлетворяющими этому стандарту (например, Modbus, ProfiBus, DeviceNet и др.) [4]. На рисунке 1 представлен скриншот разработки мнемосхемы в InTouch.

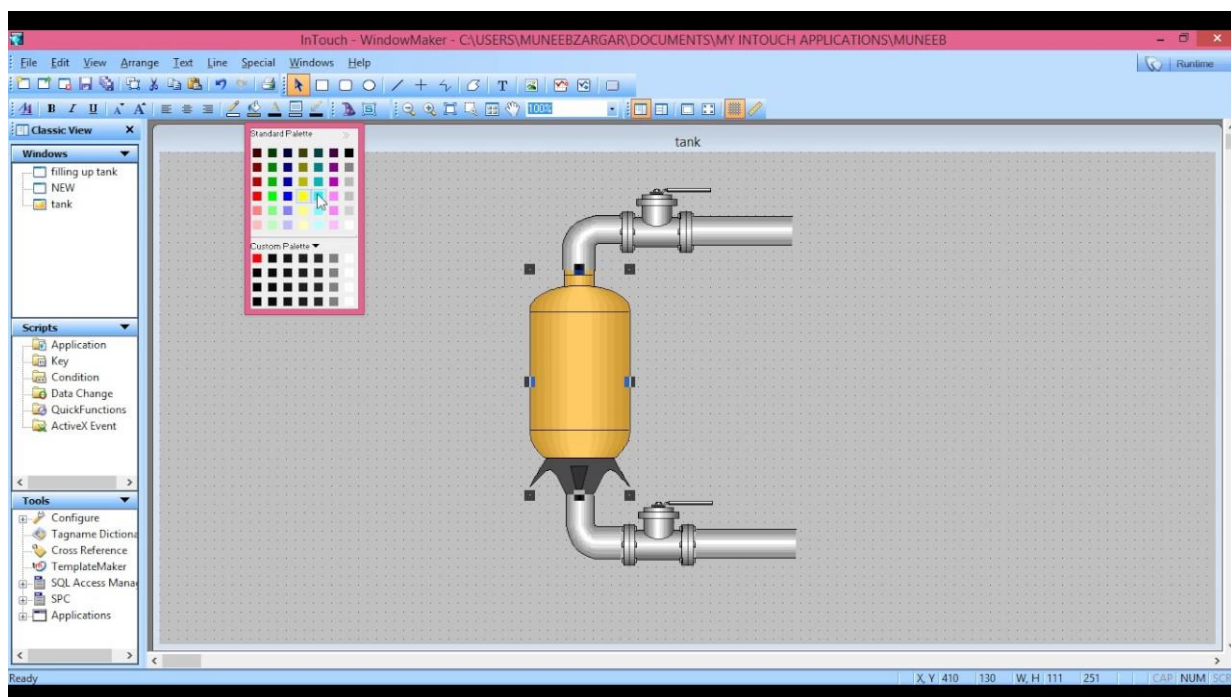


Рисунок 1 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA InTouch

1.2.2 SCADA «GENESIS32» компании ICONICS

GENESIS32 получила свою известность благодаря поддержке операционных систем 32 разрядов для Windows 95, Windows 98 и Windows NT, построенных в соответствии со спецификацией OPC, который предназначен для создания программного обеспечения сбора данных и оперативного диспетчерского управления верхнего уровня систем промышленной автоматизации.

В состав GENESIS32 также входит среда редактирования сценарных процедур Advanced VBA Scripting, обеспечивающая возможность разработки части программного обеспечения средствами Microsoft Visual Basic for Applications 5.0 (Visual Basic для приложений), входящего в популярный пакет MS Office 97.

Все программные компоненты реализованы на базе многопоточной модели и поддерживают технологию ActiveX. GENESIS32 включает в себя следующие приложения, являющиеся клиентами OPC:

- GraphWorX32;
- TrendWorX32;
- AlarmWorX32.

GENESIS32 также содержит среду разработки сценарных процедур VBA Scripting. Кроме того, в состав пакета входят сервер системного администрирования Security Config и сервер фоновой архивации данных Persistent Trending.

GENESIS32 является одним из наиболее ярких примеров реализации SCADA-системы, отвечающей распространённым требованиям.

Знакомство с возможностями пакета GENESIS32 позволяет утверждать, что составляющие его программные компоненты GraphWorX32, TrendWorX32 и AlarmWorX32 обладают необходимой функциональной полнотой и сбалансированностью функций. Они могут работать как автономно на разных узлах локальной и/или глобальной вычислительной сети, так и совместно на одной рабочей станции. Тем самым обеспечивается максимальная гибкость и возможность масштабирования системы [5]. На рисунке 2 представлен скриншот разработки мнемосхемы в GENESIS32.

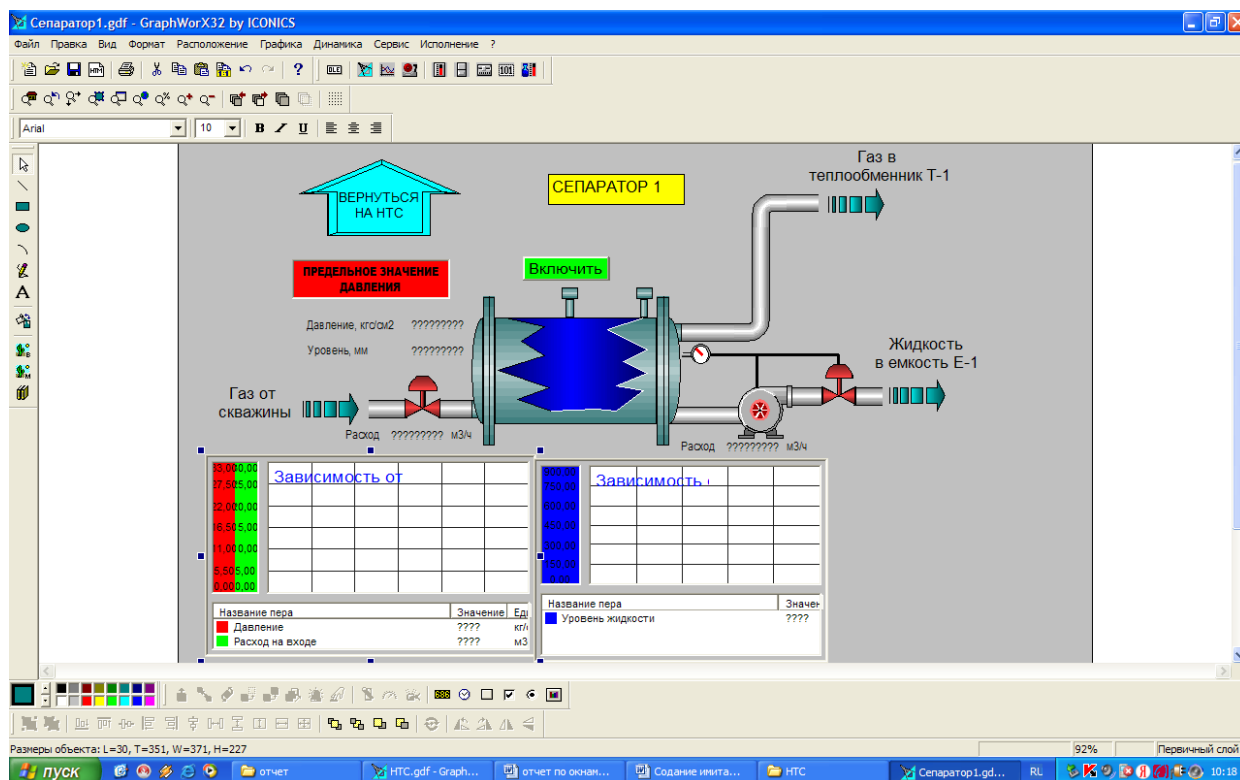


Рисунок 2 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA InTouch

1.2.3 SCADA «SIMATIC WinCC Open Architecture» компании Siemens

SIMATIC WinCC Open Architecture является SCADA системой для визуализации и оперативного управления процессами, производственными линиями, машинами и установками во всех секторах промышленного производства.

Распределенная конфигурация позволяет подключать до 2048 автономных систем SIMATIC WinCC Open Architecture в одной сети. Каждая подсистема может быть представлена одно- или многопользовательской конфигурацией с обычной или резервированной структурой.

SIMATIC WinCC Open Architecture опирается на объектно-ориентированный подход к формированию экранов отображения процесса и поддерживаемой структуры базы данных. Объектно-ориентированные свойства WinCC OA, их согласованное и взвешенное использование позволяет выполнять необходимые пользователю изменения. Это позволяет достигать высочайшей экономии инженерных затрат.

Для разработки мнемосхем в Simatic WinCC OA реализована модульная архитектура, которая позволяет разработчику удобно переключаться между различными задачами при разработке [6].

В WinCC OA поддерживается множество библиотек, которые ускоряют разработку любой мнемосхемы в кратчайшие сроки. На рисунке 3 представлен скриншот разработки мнемосхемы в WinCC OA.

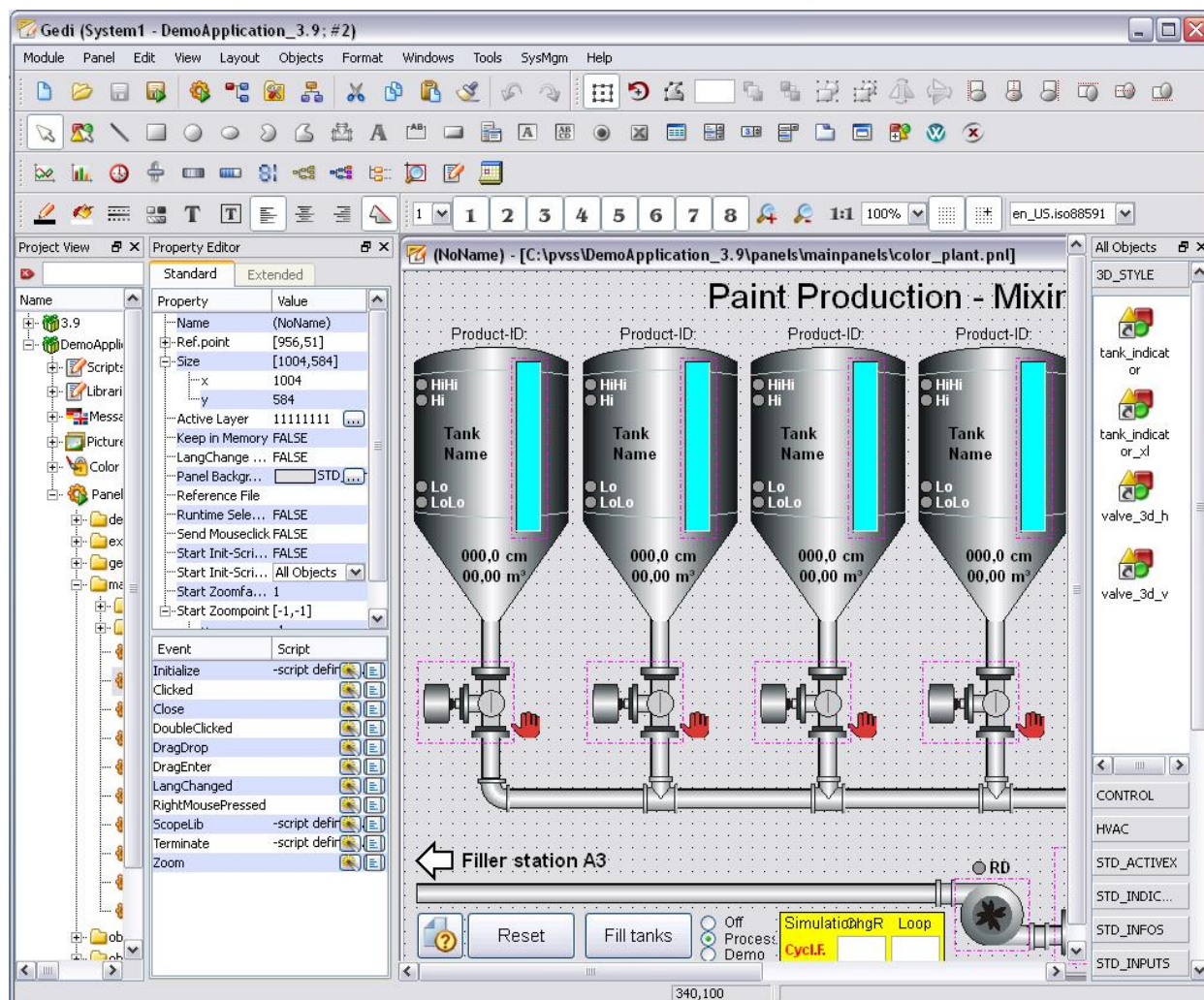


Рисунок 3 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA SIMATIC WinCC OA

1.2.4 SCADA «Vijeo Citect» компании Schneider Electric

Одно из отличительных свойств Vijeo Citect от других SCADA-систем является возможность выбора шаблонов оборудования, которые упрощают и стандартизируют конфигурирование оборудования в рамках всех проектов и систем.

Преимущество шаблонов в том, что конфигурацию каждого типа оборудования необходимо настроить только один раз. Однажды созданную конфигурацию оборудования затем можно использовать многократно без дополнительной настройки и легко масштабировать, что сокращает время на разработку конкретной системы с использованием Vijeo Citect, позволяет стандартизировать проекты, созданные с ее помощью, и повысить согласованность их работы.

Другая функциональная сторона Vijeo Citect – это иерархия оборудования. Эта функция позволяет представить процесс в виде иерархической структуры. Это способствует переходу от плоской, тег-ориентированной системы к объектно-ориентированной. Использование иерархии оборудования во время работы системы позволяет просматривать, сортировать и фильтровать списки тегов. А благодаря новому браузеру переменных тегов, операторы могут осуществлять поиск и отображение списков тегов, основываясь на различных их свойствах, например, отобразить список тегов с включенным режимом ручного переопределения значения тега или с включенным режимом запрета записи в тег [7].

SCADA «Vijeo Citect» демонстрирует дальнейшее развитие в направлении открытых интерфейсов, приверженцем которых является Schneider Electric. У программного продукта есть стандартная библиотека, включающая часто используемые элементы управления, такие как таблицы, полосы прокрутки и деревья. На рисунке 4 представлен скриншот разработки мнемосхемы в Vijeo Citect.

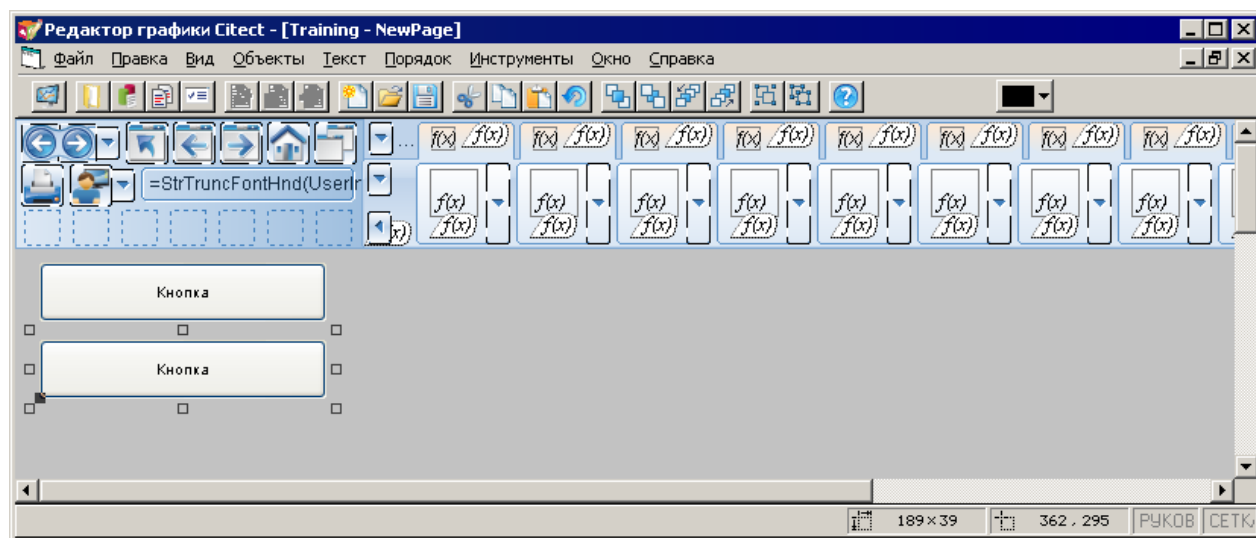


Рисунок 4 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA Vijeo Citect

1.2.5 SCADA «MasterSCADA» компании ИнСАТ

SCADA-система «MasterScada» - система для АСУТП, MES, задач учета и диспетчеризации.

MasterScada - это не просто один из современных SCADA- и SoftLogic-пакетов, это принципиально новый инструмент разработки АСУ ТП. В нем реализованы средства и методы разработки проектов, обеспечивающие резкое сокращение трудозатрат и повышение надежности создаваемой системы. Это первая в нашей стране система, в которой реализован объектный подход к разработке АСУТП.

MasterScada является полнофункциональным SCADA-пакетом программ с расширяемой функциональностью. Пакет построен на клиент-серверной архитектуре с возможностью функционирования, как в локальных сетях, так и в Интернете. Прием и передача данных и сообщений на основе стандартов OPC встроена в ядро пакета. Максимальная поддержка всех стандартов (XML, HTML, ODBC, OLE, COM/DCOM, ActiveX и др.) и открытые описания интерфейсов и форматов данных обеспечивают все необходимые возможности для стыковки с внешними программами и системами [8]. На рисунке 5 представлен скриншот разработки мнемосхемы в MasterSCADA.

Основные преимущества MasterScada для создания АСУТП и систем диспетчеризации:

- единая среда разработки АСУ ТП;
- раздельное конфигурирование структуры АСУ ТП и логической структуры объекта;
- открытость и следование стандартам;
- интуитивная легкость освоения;
- удобство инструментария;
- удобство методики разработки;
- мощная трехмерная графика и мультимедиа;
- неограниченная гибкость вычислительных возможностей;

- мощная трехмерная графика и мультимедиа;
- неограниченная гибкость вычислительных возможностей;
- объектный подход.

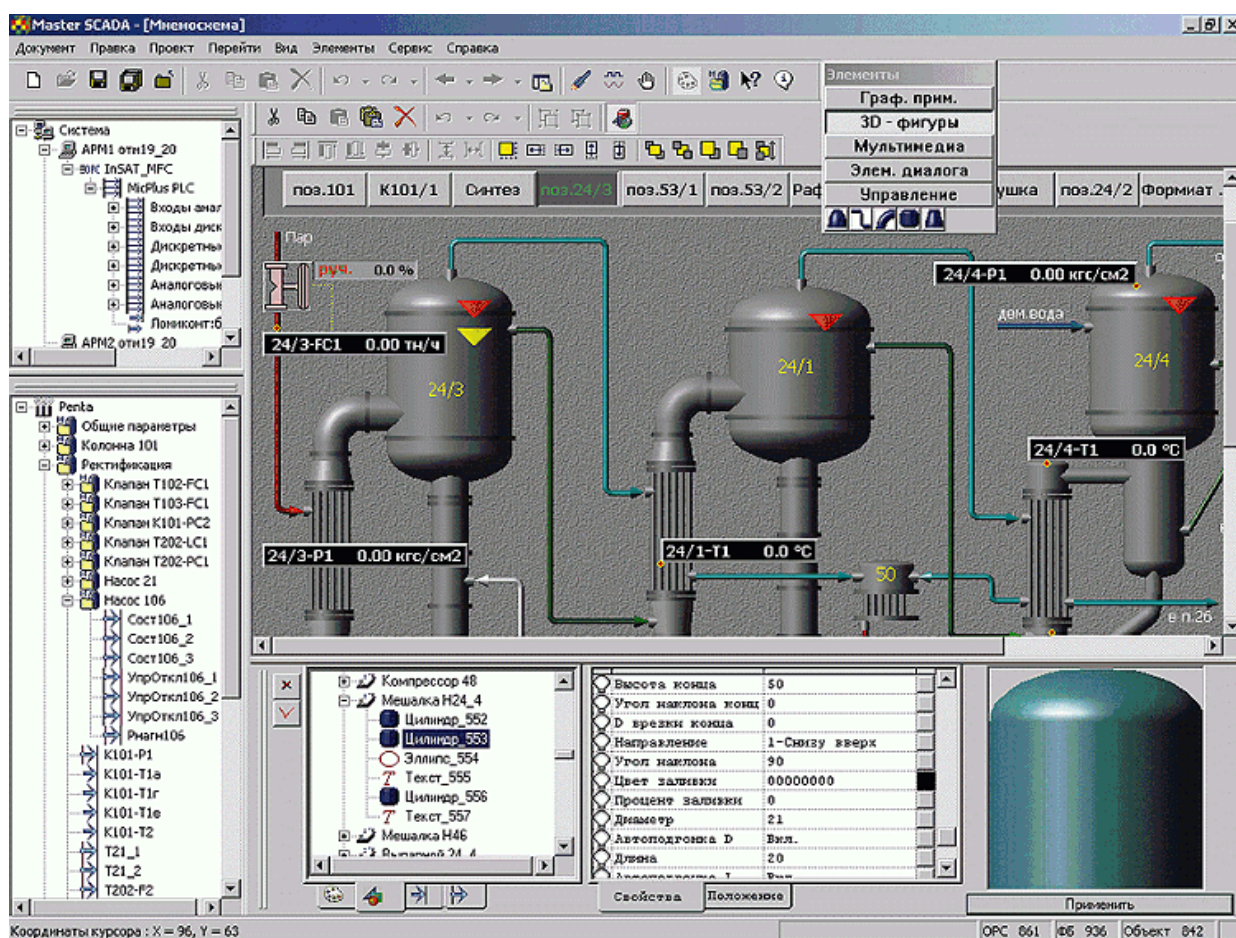


Рисунок 5 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA MasterSCADA

1.2.6 SCADA «Trace Mode» компании AdAstra Research Group

SCADA-система «Trace Mode» основана на 32-разрядной архитектуре, как и SCADA «GENESIS32».

SCADA «Trace Mode» (Адастра, Москва) - это самая покупаемая в России отечественная программная система для автоматизации технологических процессов (АСУ ТП), телемеханики, диспетчеризации, учета ресурсов (АСКУЭ, АСКУГ) и автоматизации зданий.

Основополагающие моменты у Trace Mode:

- в состав программы входят встроенные драйверы для более чем 2586 ПЛК и УСО. Все драйверы поставляются сразу и бесплатно. Не нужно покупать OPC-сервер;
- единый инструмент программирования контроллеров и АРМ операторов с технологией автопостроения проекта;
- масштабируемость от 16 до 1,000,000 точек ввода/вывода. Специальные технологии работы с крупными проектами;
- бесплатную инструментальную систему с неограниченным временем использования и с драйверами для более чем 2586 ПЛК и УСО можно скачать с сайта;
- средства разработки систем телемеханики;
- самая быстрая система реального времени;
- самая быстрая СУБД РВ (свыше 1,000,000 записей в секунду);
- высокая надежность. 100% резервирование контроллеров, сетей, интерфейсов, архивов, АРМ с безударным рестартом;
- самые большие библиотеки готовых компонентов (более 1000 шт.);
- адаптивная самонастройка ПИД регуляторов, основанная на оригинальной российской патентованной технологии;
- не использует устаревшие стандарты OPC и DCOM в качестве внутренних интерфейсов;
- лучшая техническая поддержка;
- самая большая бесплатная библиотека учебных фильмов;
- сделано в России. Полностью на русском языке.

Trace Mode состоит из инструментальной системы и из набора исполнительных модулей (рантаймов). В Инструментальной системе создается набор файлов, который называется «проектом TRACE MODE». С помощью исполнительных модулей SCADA проект АСУ запускается на исполнение в реальном времени на рабочем месте диспетчера или оператора.

Особенностью данного программного продукта является «технология единой линии программирования», то есть возможность разработки всех модулей АСУ при помощи одного инструмента. Технология единой линии программирования позволяет в рамках одного проекта создавать средства человеко-машинного интерфейса, системы учёта ресурсов, программировать промышленные контроллеры и разрабатывать web-интерфейс. Для этого в инструментальную систему TRACE MODE встроены специализированные редакторы, которые позволяют визуализировать технологическую информацию и возможность программирования программ стандарта МЭК 6-1131/3 [9]. На рисунке 6 представлен скриншот разработки мнемосхемы в Trace Mode.

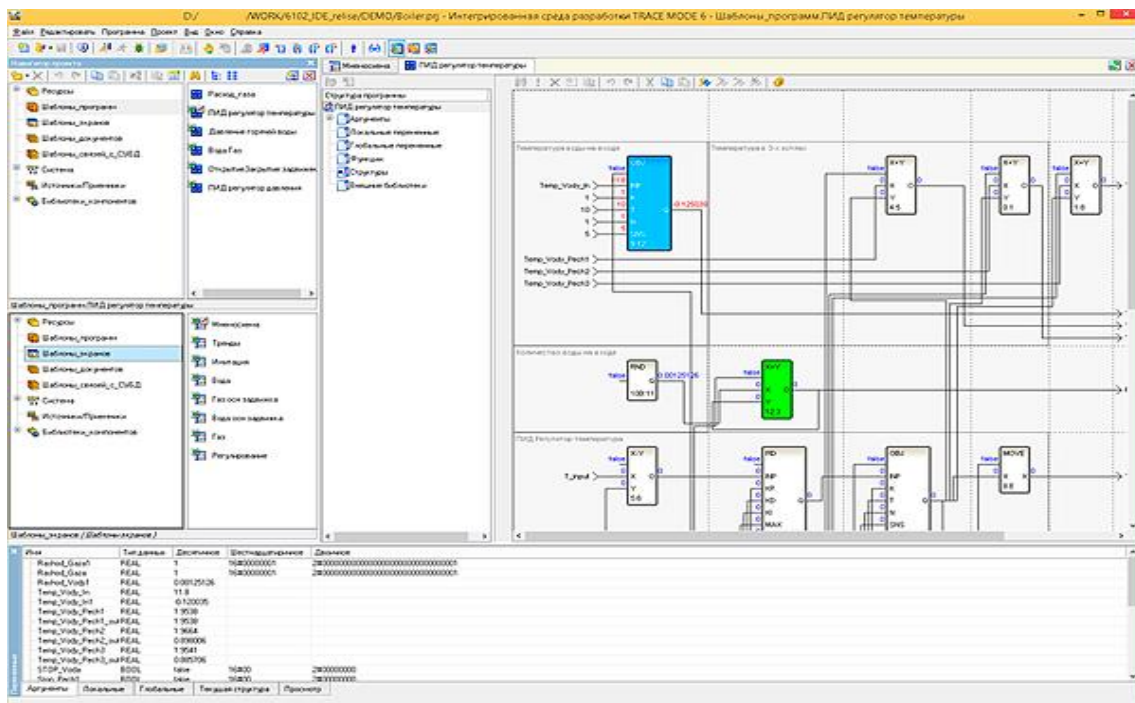


Рисунок 6 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA «Trace Mode»

1.2.7 SCADA «КРУГ-2000» компании КРУГ

Модульная интегрированная SCADA система «КРУГ-2000» российского производства - средство для построения автоматизированных систем управления объектами предприятий, систем телемеханики, решения задач учёта энергоресурсов и диспетчеризации. Является 100% импортозамещающим продуктом.

SCADA система «КРУГ-2000» - это мощный, современный инструмент быстрой и качественной разработки АСУТП, в котором воплощён более чем двадцатилетний опыт создания систем автоматизации для различных отраслей, включая энергетику, газовую, нефтяную, химическую, пищевую промышленности, стройиндустрию, ЖКХ, теплосети, водоканалы и т.д.

Данная SCADA управляет опасными объектами предприятий таких крупных компаний как ГАЗПРОМ, РОСНЕФТЬ, СУРГУТНЕФТЕГАЗ, ТРАНСНЕФТЬ, Т Плюс, Интер РАО, ФОРТУМ, Э.ОН Россия и т.д.

SCADA система с многочисленными функциями, таких как распределённых систем управления, используется для создания распределённых систем управления и позволяет осуществлять обмен данными с системами реального времени контроллеров КРУГ-2000 по внутренним, отказоустойчивым протоколам обмена [10].

А без функций распределённых систем управления служит для создания систем сбора данных и управления устройствами различных производителей с использованием разнородных интерфейсов и протоколов обмена, в том числе OPC технологий. На рисунке 7 представлен скриншот разработки мнемосхемы в КРУГ-2000.

Основные преимущества SCADA-системы «КРУГ-2000»:

- поддержка международных стандартов и спецификаций: TCP/IP (UDP), MODBUS, IEC 60870-5-101/104, OPC DA/HDA, COM, DCOM;
- OPC сервер SCADA системы КРУГ-2000 с поддержкой DA и HAD;
- обширные библиотеки драйверов различных устройств;
- обмен с файл-сервером Пользователя;
- API доступа к БД, ODBC;
- передача данных в SQL-сервер;
- средства конвертирования данных в форматы Excel, XML и ASCII – импорт/экспорт конфигурации;

- управление контроллерами с программным обеспечением сторонних производителей через DDE, OPC, API;
- обмен с приложениями: API, DLL, COM, OLE.

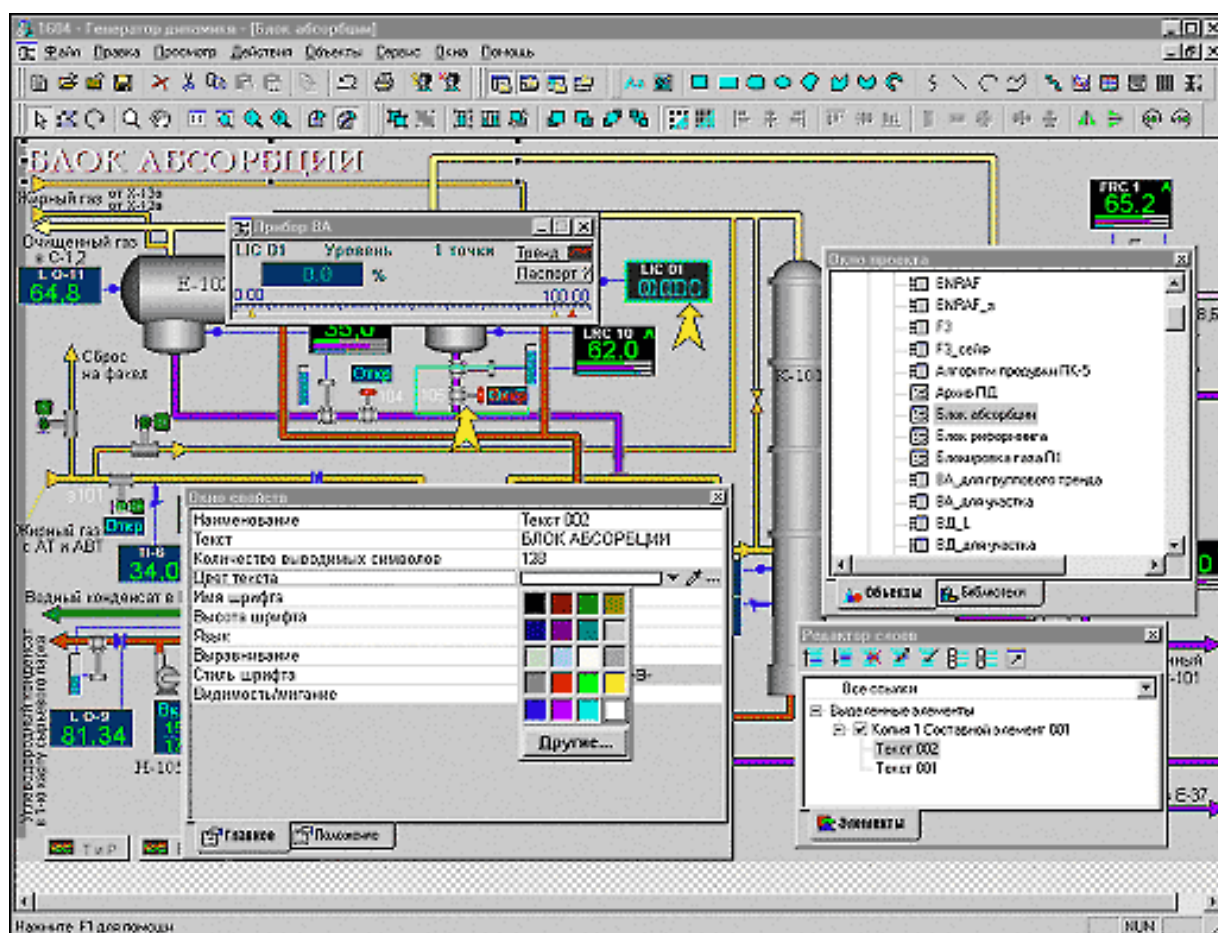


Рисунок 7 – Пример разработки мнемосхемы в SCADA «КРУГ-2000»

1.3 Предлагаемое решение

Большинство из представленных SCADA-систем хотя и соответствуют требованиям настоящего времени, но для вхождения в мир WEB им требуются существенные изменения по реорганизации структуры взаимодействия программных компонентов между собой, что следует за собой усложнение поддержки продукта.

В настоящей магистерской диссертации предлагаемая SCADA-система представляет собой новейший тренд в мире WEB-технологий, возможности которой не ограничиваются только разработкой и интеграцией с существующими системами управления технологическими процессами, но также данная система

имеет огромный потенциал роста в MES-системы и ERP, так как мировые WEB-технологии постоянно развиваются с ускоренными темпами, также растёт мировое сообщество, а разрабатываемая SCADA-система имеет возможности для адаптивного расширения под современные требования систем управления.

2 WEB-технологии

2.1 Всемирная паутина

По всему миру сотни миллионов компьютеров, иначе называемых веб-серверами, соединены в единую сеть, называемой Всемирной паутиной. Наиболее распространённой технологией передачи данных в данной паутине является технология гипертекста. Документы, передаваемые по Всемирной паутине, имеют название гипертекстовые документы, или веб-страницы.

Некоторое количество веб-страниц, объединённых одной целью и дизайном, а также которые имеют друг на друга ссылки и обычно находятся на одном и том же веб-сервере, имеют название веб-сайт.

Для работы с гипертекстовыми документами применяются специальные программы, называемые браузерами. Поэтому браузеры в настоящее время имеют массовое распространение и, не подлежит сомнению, что данные программные продукты установлены на каждом персональном компьютере пользователя.

Всемирная паутина вызвала настоящую революцию в информационных технологиях и дала мощный толчок развитию Интернета. На рисунке 8 изображено представление Всемирной паутины.



Рисунок 8 – Представление Всемирной паутины

2.2 Существующие WEB-технологии

В настоящее время понятие «WEB-технологии» объединяет всё то, на чём построена современная глобальная сеть Интернет: от веб-серверов и из чего они состоят до отображения визуальной части в браузерах пользователей.

В дальнейшем будут рассмотрены наиболее распространённые WEB-технологии.

2.2.1 HTML-страницы и браузеры

В глобальной сети Интернет большинство веб-документов, передающихся по технологии гипертекста и имеющие расширение «html» или «htm», написаны на языке гипертекстовой разметки и имеют название HTML-страниц. Данные веб-документы интерпретируются специальными приложениями, которые представляют документы в форматированном виде. Приложения, интерпретирующие язык гипертекстовой разметки, имеют название «Браузеры» или «Интернет-обозреватели», которые представляют удобный интерфейс для запроса веб-документов, их просмотра и визуального представления информации на экране устройства, и, в случае необходимости, для отправления введённых данных от пользователя на удалённый веб-сервер. На рисунке 9 представлено взаимодействие между браузером и удалённым веб-сервером с помощью HTML-страниц.



Рисунок 9 – Наглядное представление работы браузеров и веб-серверов с применением HTML-страниц

2.2.2 Сокеты

Сокеты — способ взаимодействия любого приложения с системой на которой оно работает. Сокет — это интерфейс, который по сути представляет собой совокупность адреса в сети и используемого порта. Также часто термин употребляется применительно к Socket API [11].

Клиентское приложение всегда работает на локальной машине, подключенной к сети. Интерфейс между приложением и хост-машиной (Network-Application Interface) определяет как приложение может использовать сеть.

Приложение клиента (посылает например URL в случае с вебом или запрос к MySQL) на определенный сетевой адрес и порт. В примере это ip-адрес компьютера и порт 45 — сервер в свою очередь отвечает приложению. К приложению при этом могут обращаться множество клиентов, запросы и использованием сокета приходят на один и тот же адрес и обрабатываются одним пакетом. Таким образом работает клиент-серверная модель взаимодействия. На рисунке 10 представлено взаимодействие между компьютерами по сокету.

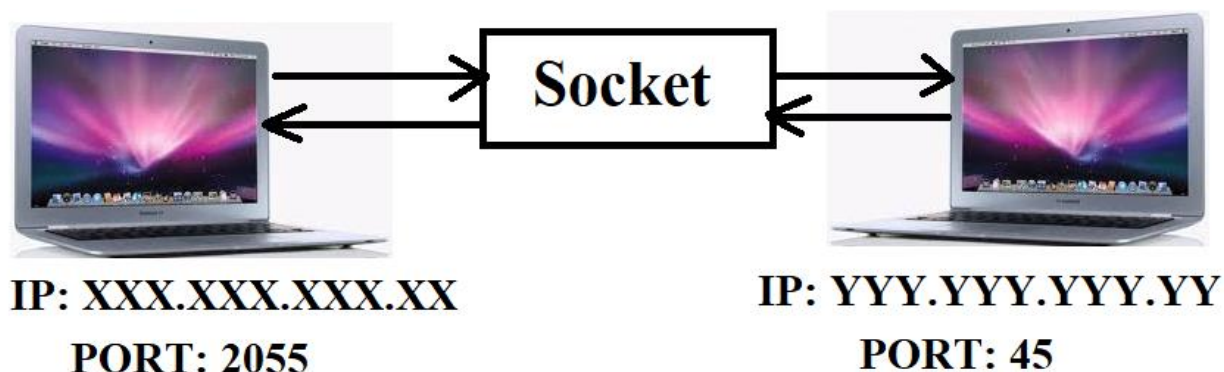


Рисунок 10 – Наглядное представление работы сокета

2.2.3 MVC-фреймворки

MVC-фреймворки произошли от паттерна MVC (Model-view-controller): модель, представление и управление. Данный подход в области разработки программного обеспечения впервые был представлен в 1979 году норвежским специалистом в области информации Тригве Реенскаугом в работе «Разработка приложений на Smalltalk-80: как использовать Модель-представление-контроллер».

После публикации данной работы подход разработки был принят мировым сообществом как удачной архитектурой программного обеспечения [12].

Ядром подхода является разделение функциональных частей приложения на модель, контроллер и представление для пользователя. Следуя данному подходу разработчикам программного обеспечения удаётся сократить время разработки и все функциональные части не зависят друг от друга, поэтому в дальнейшей доработке приложений берут только некоторые модели и изменяют их без изменения остальных частей приложения.

Пользователь системы, взаимодействия с помощью представления, или интерфейсом, производит управляющие воздействия на контроллер, который влияет на модель данных, где производится обработка и логика приложения. В контроллере осуществляется обработка запросов пользователя и вызов необходимых функций. После воздействия контроллером на модель, в контроллер приходит обратная связь и изменяет пользовательский интерфейс. На рисунке 11 представлено архитектура взаимодействия модели MVC.

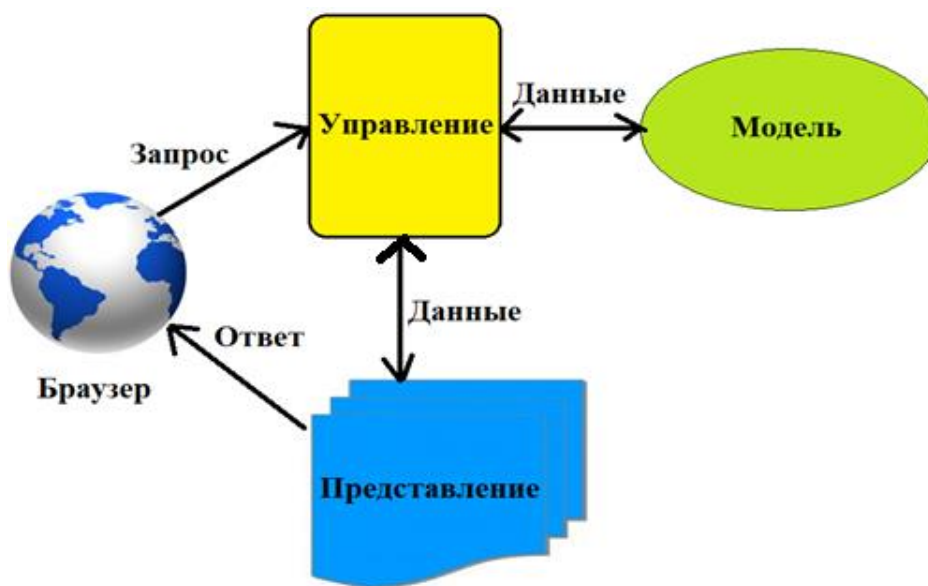


Рисунок 11 – Архитектура взаимодействия модели MVC

2.2.4 HTML и CSS

HTML – язык разметки, применяемый при создании HTML-страниц.

CSS – формальный язык описания внешнего вида HTML-страницы.

В настоящее время в мире WEB-технологий языки HTML и CSS плотно идут друг с другом, так как их взаимосвязь уже лежит в основе WEB-сайтов и WEB-приложений.

Для того, чтобы перед пользователем предстала визуальная часть WEB-приложения, разработчик программного обеспечения сначала создаёт разметку веб-документа, части которого будут нести определённый смысл: шапка, рабочая область, нижняя часть и так далее. После создания разметки разработчик к созданному веб-документу добавляет CSS-язык, с помощью которого все размеченные части наполняются цветами, шрифтами и другими составляющими визуальной части

На рисунке 12 представлено схематичное получение HTML-страницы браузером с помощью HTML и CSS.

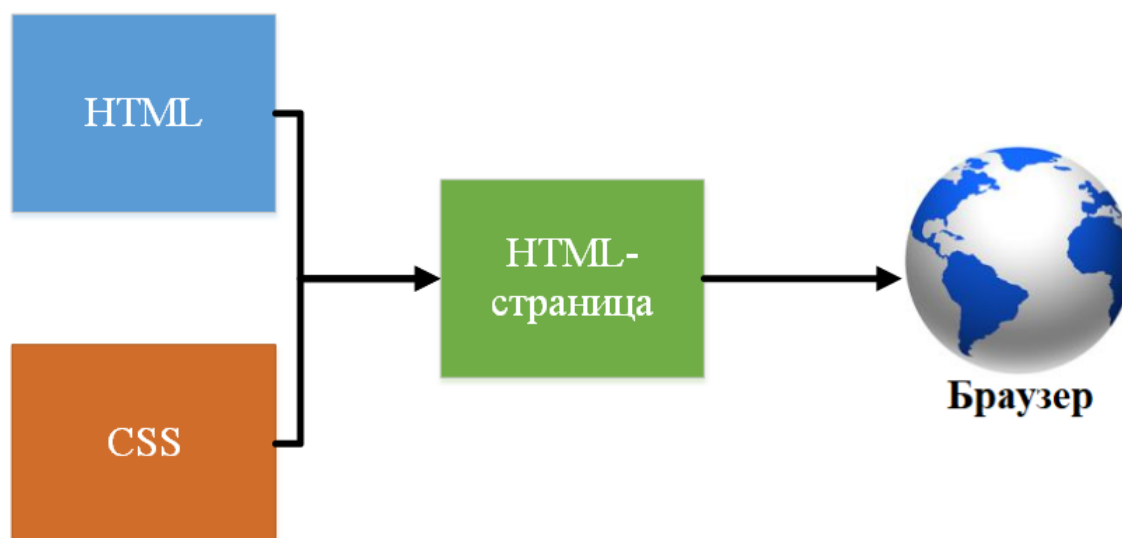


Рисунок 12 – Схематичное получение HTML-страницы браузером с помощью HTML и CSS

2.2.5 JavaScript

С самых ранних дней Интернета JavaScript был основополагающей технологией, управляющей интерактивным взаимодействием с контентом, который мы потребляем. И хотя мерцающие шлейфы за курсором мыши и всплывающие

окна — это то, с чего JavaScript начинался, почти 2 десятилетия спустя технология и возможности JavaScript выросли на несколько порядков, и мало кто подвергает сомнению его роль в основе самой широко доступной программной платформы в мире: в WEB.

Но как язык он постоянно был объектом критики, отчасти благодаря своему наследию, но даже в большей степени — из-за философии своего устройства. Даже название напоминает язык программирования «Java». Но это название — просто случайность, политический и маркетинговый ход. Эти два языка во многом отличаются друг от друга. «JavaScript» так же связан с «Java», как «вал» с «карнавалом».

Поскольку JavaScript заимствует концепции и синтаксические идиомы из нескольких языков, включая как гордые процедурные корни в стиле C, так и тонкие, менее очевидные функциональные корни в стиле Scheme / Lisp, он чрезвычайно доступен для широкой аудитории разработчиков, даже тех, у кого мало или совсем нет опыта программирования. "Hello World" на JavaScript настолько прост, что язык выглядит привлекательным и доступным на первых порах.

Хотя JavaScript — это, возможно, один из самых простых языков в начале работы с ним, его эксцентричность делает твёрдое владение им гораздо менее обычным явлением, чем во многих других языках. Там, где для написания полноценной программы требуется довольно глубокое знание языка, как в C или C++, полноценная программа на JavaScript может почти не проникать под поверхность того, на что способен язык [13].

Сложные концепции, которые глубоко укоренились в языке, стремятся вместо этого выглядеть внешне простыми, как передача функций в качестве обратных вызовов, что побуждает JavaScript-разработчика просто использовать язык как есть и не слишком беспокоиться о том, что происходит внутри него.

Это одновременно и простой, лёгкий в использовании язык, имеющий широкое обращение, и сложный, полный нюансов набор языковых механик, который без тщательного изучения ускользнёт от истинного понимания даже для самых опытных JavaScript-разработчиков.

Настоящий язык применяется в совокупности с HTML-страницами, на которых он работает при заданной разработчиком логике: анимируя, скрывая или показывая те или иные функции WEB-приложения.

На рисунке 13 представлено схематичное подключение JavaScript к HTML-странице.

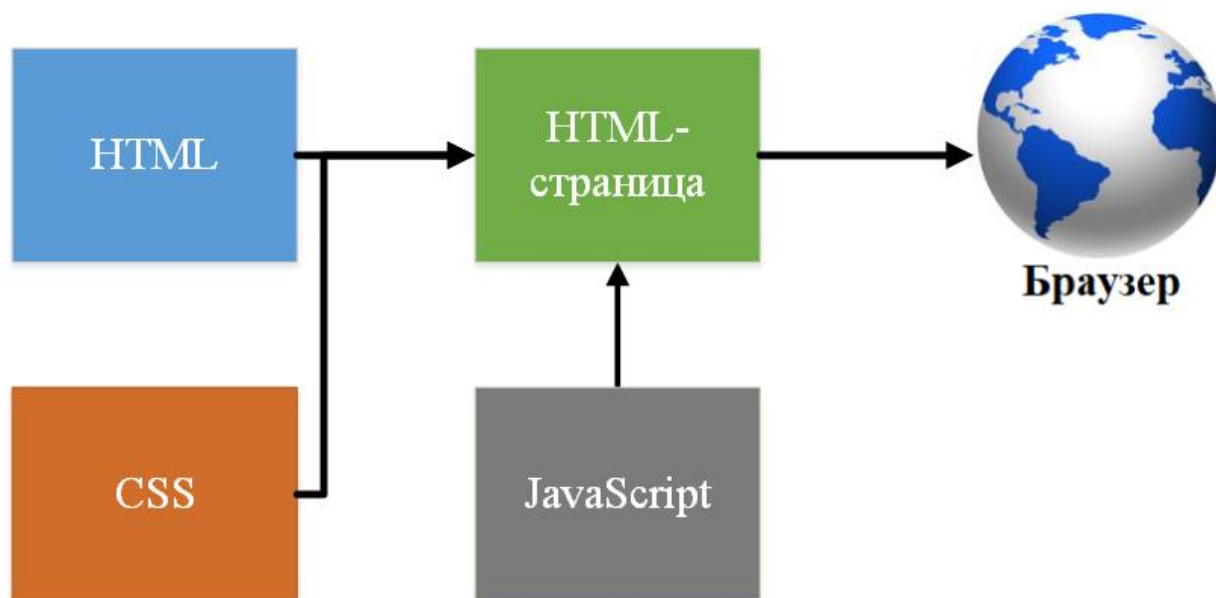


Рисунок 13 – Схематичное подключение JavaScript к HTML-странице

2.2.6 JavaScript-библиотека Vue.js

JavaScript-библиотека Vue.js представляет современный прогрессивный фреймворк, написанный на языке JavaScript и предназначенный для создания веб-приложений клиентского уровня. Основная сфера применения данного фреймворка - это создание и организация пользовательского интерфейса.

В отличие от существующих фреймворков, Vue.js создан пригодным для постепенного внедрения и вес фреймворка составляет всего 20 Кб. Его ядро в первую очередь решает задачи уровня представления в браузере пользователя, что упрощает интеграцию с другими библиотеками и существующими проектами. С другой стороны, Vue полностью подходит и для создания сложных одностраничных приложений, если использовать его совместно с современными инструментами и дополнительными библиотеками.

Одним из ключевых моментов в работе Vue.js является виртуальный DOM. Структура веб-страницы, как правило, описывается с помощью DOM (Document Object Model), которая представляет организацию элементов html на странице. Для взаимодействия с DOM (добавления, изменения, удаления html-элементов) применяется JavaScript. Но когда мы пытаемся манипулировать html-элементами с помощью JavaScript, то мы можем столкнуться со снижением производительности, особенно при изменении большого количества элементов. А операции над элементами могут занять некоторое время, что неизбежно скажется на пользовательском опыте. Однако если бы мы работали из кода JS с объектами JavaScript, то операции производились бы быстрее.

Для этого Vue.js использует виртуальный DOM. Виртуальный DOM представляет легковесную копию обычного DOM. Если приложению нужно узнать информацию о состоянии элементов, то происходит обращение к виртуальному DOM. Если данные, которые используются в приложении Vue.js, изменяются, то изменения вначале вносятся в виртуальный DOM. Потом Vue выбирает минимальный набор компонентов, для которых надо выполнить изменения на веб-странице, чтобы реальный DOM соответствовал виртуальному. Благодаря виртуальному DOM повышается производительность приложения [14].

Vue.js поддерживается всеми браузерами, которые совместимы с ECMAScript 5. На данный момент - это все современные браузеры, в том числе IE11.

На рисунке 14 представлен логотип описанного фреймворка.



Рисунок 14 – Логотип фреймворка Vue.js

2.3 Промышленный интернет вещей

Для начала, стоит разобраться чем отличается «Интернет вещей» от «Промышленный интернет вещей».

Интернет вещей – система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека.

Промышленный интернет вещей – интернет вещей для отраслевого применения - система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека.

Принцип работы технологии промышленного интернета вещей заключается в том, что сперва на объект управления устанавливаются датчики, исполнительное оборудование, программируемые логические контроллеры и человеко-машинные интерфейсы на ключевые части оборудования, после чего осуществляется сбор информации, которая впоследствии позволяет компании получить актуальную и объективную информацию о состоянии управляемого предприятия.

Проанализированная информация поставляется во все ключевые места предприятия в реальное время, что обеспечивает коммуникацию между сотрудниками различных отделений и помогает принимать обоснованные решения по управлению. На рисунке 15 представлена концепция промышленного интернета вещей.



Рисунок 15 – Концепция промышленного интернета вещей

Также компаниям даётся возможность произвести замену бумажной документации на цифровые документы и аккумулировать экспертные знания специалистов.

Обработанные данные используются для предсказания поломок на предприятии и внеплановых простоев, а также сокращения техобслуживания и возможных сбоев на линии производства продукции, что говорит о наиболее эффективном управлении предприятием.

При обработке огромного массива неструктурированных данных их фильтрация и адекватная интерпретация является приоритетной задачей для предприятий. В данном контексте особую значимость приобретает корректное представление информации в понятном пользователю виде, для чего сегодня на рынке представлены передовые аналитические платформы, предназначенные для сбора, хранения и анализа данных о технологических процессах и событиях в реальном времени.

Интеграция интернета вещей на промышленные предприятия ставит перед собой задачи изменения подходов к проектированию и применению автоматизированных систем управления. Дополнительно требуется пересмотреть общие подходы по управлению организациями и предприятиями. Устаревшие производственные линии, которые по разным причинам не могут быть автоматизированы с помощью IoT, могут быть заменены на новое автоматизированное и роботизированное оборудование в будущем. Другим препятствием, ограничивающим развитие IoT, является отсутствие или недостаточно высокое развитие традиционных корпоративных информационных систем управления (ERP), тогда решения IoT будут локальными и решать нишевые функции и задачи [15].

IoT может последовательно эволюционировать от подключения отдельных продуктов и объектов с целью их диагностики и контроля до объединения различных продуктов и более сложных технологических объектов управления в сети IoT, а сети IoT - в более сложные сетевые платформы и комплексные производственные решения.

3 Разработка WEB-SCADA

3.1 Применяемые технологии

К любой разрабатываемой автоматизированной системе управления (АСУ) предъявляются множество требований, наиболее важным из которых является возможность функционировать АСУ в режиме реального времени: осуществлять получение и передачу актуальных данных.

При интеграции WEB-технологий с АСУ встаёт важный вопрос: какие именно технологии нужно использовать для передачи данных по WEB?

Если использовать наиболее распространённые WEB-технологии, такие как HTTP (HyperText Transfer Protocol), то передача актуальных данных в реальном времени будет под угрозой, так как HTTP-протокол подразумевает под собой клиент-серверное взаимодействие в виде: запрос серверу – ожидание – ответ, запрос – ожидание – ответ и так далее [16].

На каждый запрос от клиента (из браузера) сервер отдаёт ответ в виде данных. Если клиент по каким-либо причинам не сможет отправить запрос серверу, то ответ клиенту не придёт. Схема функционирования HTTP-протокола представлена на рисунке 16.

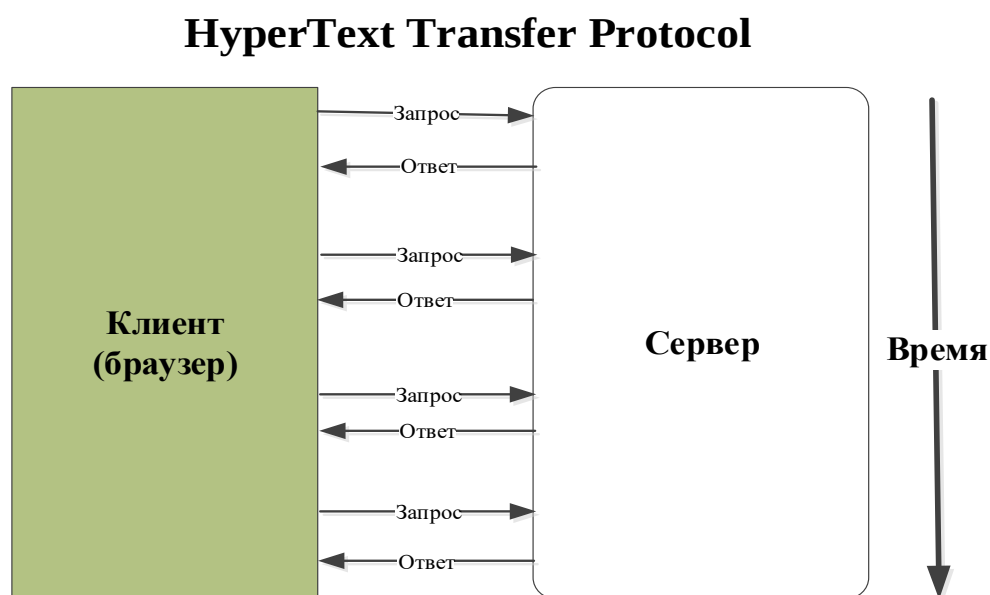


Рисунок 16 – Схема работы HTTP-протокола

Следовательно, наиболее популярный протокол передачи данных HTTP не применим в сфере АСУ, так как не удовлетворяет главному критерию – способности функционировать в реальном времени.

Также в настоящее время существует передовая технология в области WEB, именуемая WebSocket. Она позволяет в реальном времени обмениваться данными между сервером и клиентом (браузером) без постоянно повторяющихся запросов от клиента к серверу: нужно лишь один раз отправить запрос и слушать сервер, который по мере готовности (изменения) данных, будет отдавать всё клиенту. Веб-сокеты, в отличие от HTTP, позволяют работать с двусторонним потоком данных, что делает эту технологию совершенно уникальной [17].

Преимущества использования WebSocket: передача данных любого типа; безопасность от несанкционированных воздействий злоумышленников; компактная передача сетевого трафика [18, 19, 20]. На рисунке 17 представлена схема работы веб-сокета.

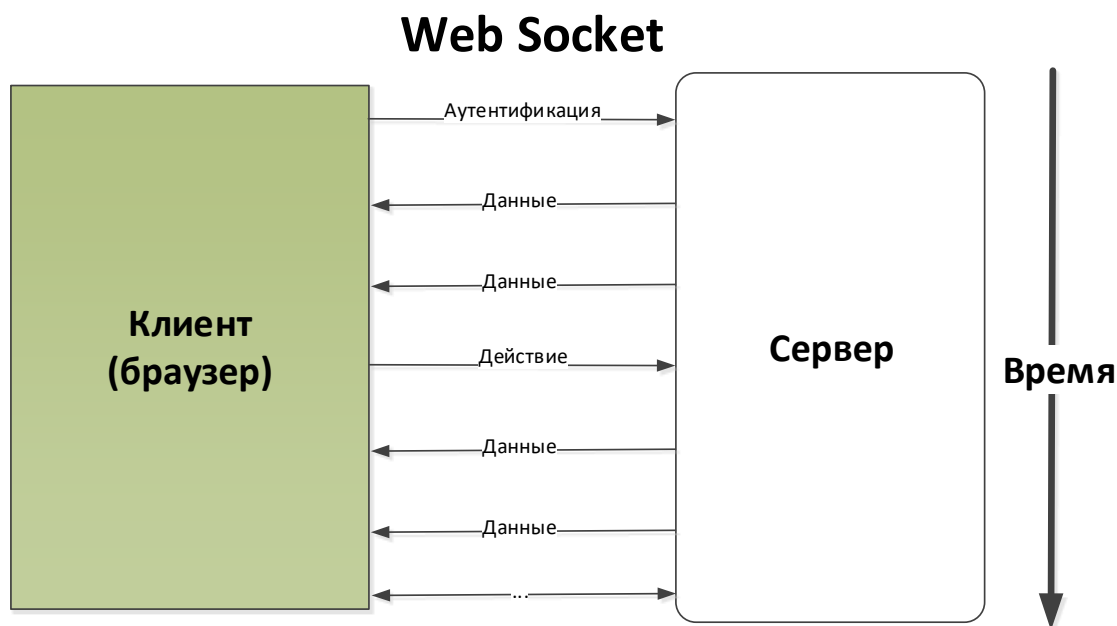


Рисунок 17 – Схема работы Web Socket

Для разработки SCADA-системы «WEB-SCADA» используется программное обеспечение Microsoft Visual Studio Code, интерфейс которого представлен на рисунке 18.

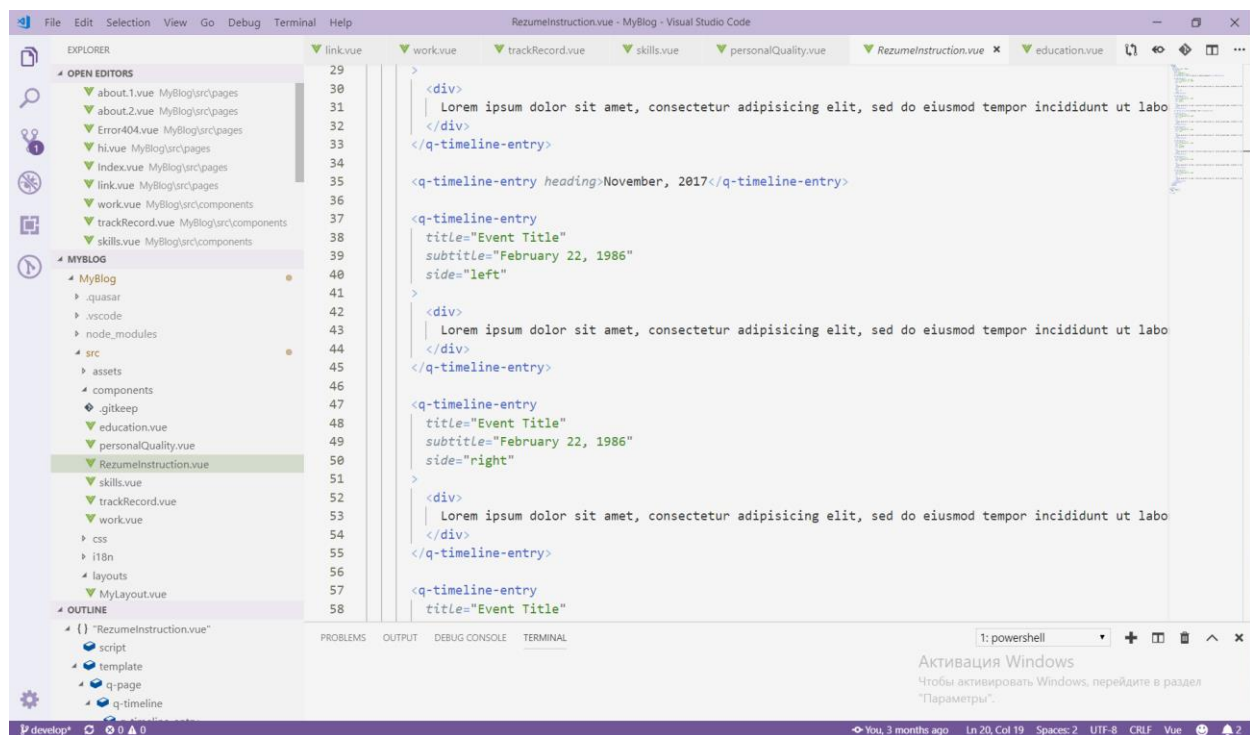


Рисунок 18 – Интерфейс разработки Visual Studio Code

При разработке также используется WEB-технология Webpack, которая соединяет весь проект, написанный на прототипно-ориентированном сценарном языке программирования «JavaScript», который используется в браузерах пользователей. Работа webpack представлена на рисунке 19.

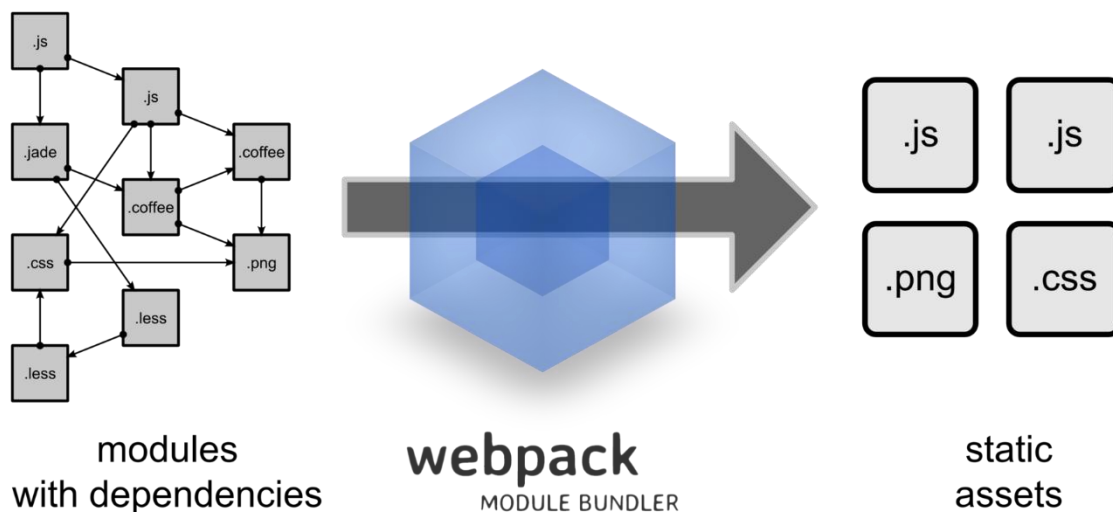


Рисунок 19 – Визуализация работы Webpack

3.2 Схема информационного обмена системы

Интеграция промышленных технологий с WEB реализует концепцию удобства управления технологическими процессами с применением любого устройства, которое имеет доступ к сети, на производстве без установки какого-либо дополнительного программного обеспечения на ПК.

Для управления необходимо лишь установить на сервер ПО WEB-SCADA и произвести необходимые настройки, после чего к WEB-SCADA можно подключаться с любого устройства, находящегося в сети предприятия: будь то ПК или мобильные устройства.

С помощью специального драйвера технологические данные с промышленных объектов по технологии Web Socket передаются на Server, в котором производится манипуляция с данными: перерасчёт, запись в БД, запись в исторический журнал и т.д.

Последующая передача данных в WEB-SCADA (в браузер) осуществляется также по технологии Web Socket, в которой управляющий персонал взаимодействует с системой как с SCADA-системой.

Обратное взаимодействие с объектами управления осуществляется также с использованием той же самой технологии: пользователь из WEB-SCADA с помощью управляющих кнопок формирует управляющие сигналы, которые передаются на Server (производятся аналогичные действия: запись в БД, в исторический журнал и т.д.) и по протоколу Web Socket отправляются на управляющие устройства, взаимодействующие с объектом управления [21]. Структурная схема передачи данных на WEB-SCADA представлена на рисунке 20.

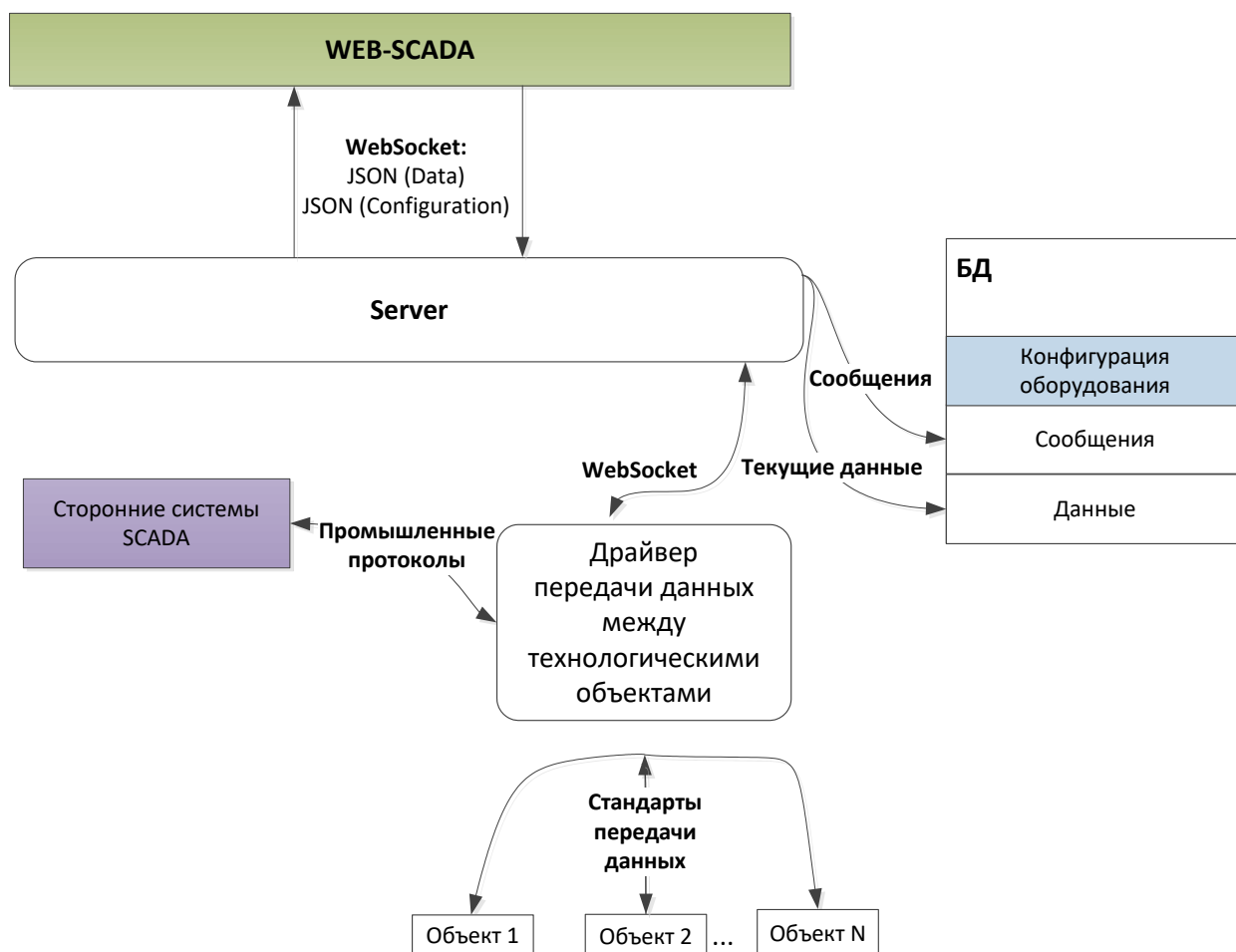


Рисунок 20 – Схема информационного обмена WEB-SCADA

3.3 Описание функционирования системы

При первом запуске системы на экран выводится мастер начальных настроек системы, с помощью которого необходимо задать пароль для первоначального администратора системы. На рисунке 21 представлен скриншот мастера.

Start Here we go — Подключение к базе данных — Register administrator Review and submit

Name
admin

Password

Password

☒ Administrator

BACK REGISTER

Рисунок 21 – Мастер первоначальных настроек WEB-SCADA

После задания пароля для первоначального администратора системы появляется окно авторизации пользователя, в которое вводятся логин и пароль. На рисунке 22 представлен скриншот окна авторизации.

Авторизация

Имя пользователя

Пароль

АВТОРИЗАЦИЯ

Рисунок 22 – Окно авторизации

Будет произведён вход в систему и перед диспетчером б откроется главная страница WEB-SCADA, на которой отображается панель инструментов, раскрываемое левое меню, рабочая область, в которой представлено общее описание объекта (состояние подключение к объекту и есть ли на объекте авария). Также в нижней рабочей области располагается сводная информация о текущих авариях на контролируемых объектах управления.

Элементы панели инструментов для удобства пользователя дублируются в левом меню, за исключением настроек пользователя и выхода из системы. На рисунке 23 представлен главная страница WEB-SCADA.

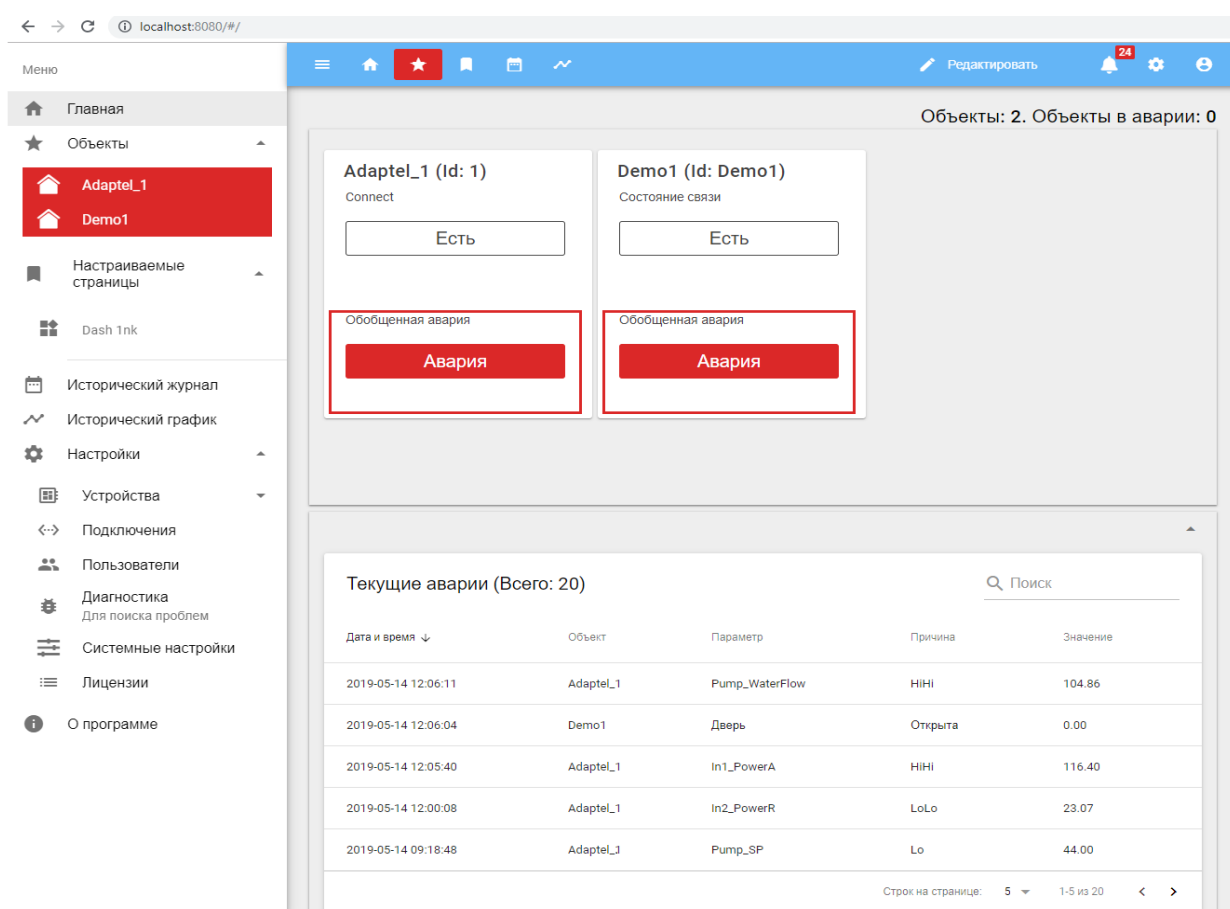


Рисунок 23 – Главная страница WEB-SCADA

Дальше располагается элемент «Объекты», внутри которого создаются и существуют панели, соответствующие контролируемым объектам, которые подключены к системе. Например, с удалённого объекта «Объект 1» поступают 100

сигналов разнообразного типа, которые имеют визуальное отображение со свойством ситуационного восприятия на экране диспетчера. На данном элементе отображаются параметры, непосредственно относящиеся к объекту.

Каждая панель состоит из следующих элементов: карточек и располагающихся на них виджетах, интерактивных элементов графического интерфейса пользователя и непосредственно отображающие текущее значение контролируемых параметров на объекте. Все виджеты группируются на карточках, настраиваемых пользователями для удобства восприятия и выделения важной информации. Карточки являются исключительно визуальными элементами. Каждая карточка обладает заголовком и может содержать неограниченное количество виджетов.

Виджеты в системе делятся на две группы:

1) Виджеты-индикаторы –показывают текущие значения отдельных параметров. Индикаторы составляют большинство виджетов системы. Помимо текущих значений, они могут показывать предельные значения, пользовательские заголовки и иную информацию согласно настройкам.

2) Управляющие виджеты – Управляющие виджеты позволяют изменить значение параметра. Операторы могут как выбирать предзаданные значения, так и вводить необходимые.

Для пользователя доступны следующие типы виджетов-индикаторов:

1) Analog Chip и Analog Big Chip – виджеты используются для отображения значений в виде рациональных чисел представленных в десятичном виде (с точкой в качестве разделителя целой и дробной части). На рисунке 24 представлены примеры виджетов «Analog Chip».

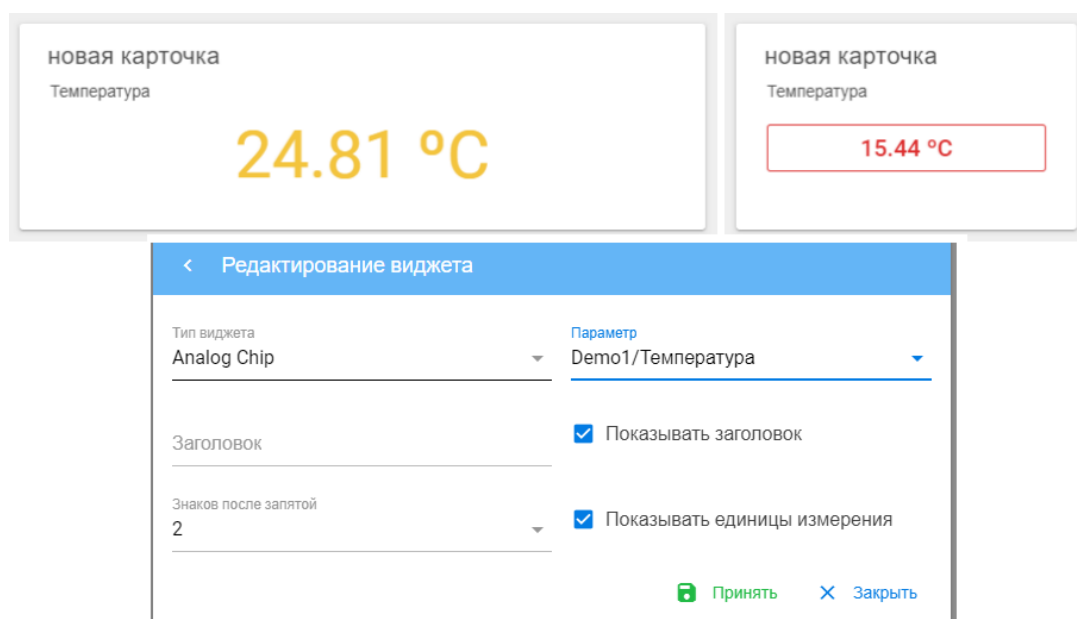


Рисунок 24 – Виджеты типа «Analog Chip» и их настройки

2) Angular Gauge и Angular Gauge Type2 – виджеты показывают аналоговые численные значения на полукруглой шкале. У виджета «Angular Gauge» на текущее значение указывает виртуальная стрелка, а у виджета «Angular Gauge Type2» для визуализации значений меняется цвет самой шкалы. На рисунке 25 представлены примеры виджетов «Angular Gauge».



Рисунок 25 – Виджеты типа «Angular Gauge» и их настройки

3) Bar Gauge Type 1, Type 2 и Type 3 - Отображают аналоговые/численные значения на вертикальной шкале. Настройки те же самые, что и у предыдущих виджетов. На рисунке 26 представлены примеры виджетов «Bar Gauge».

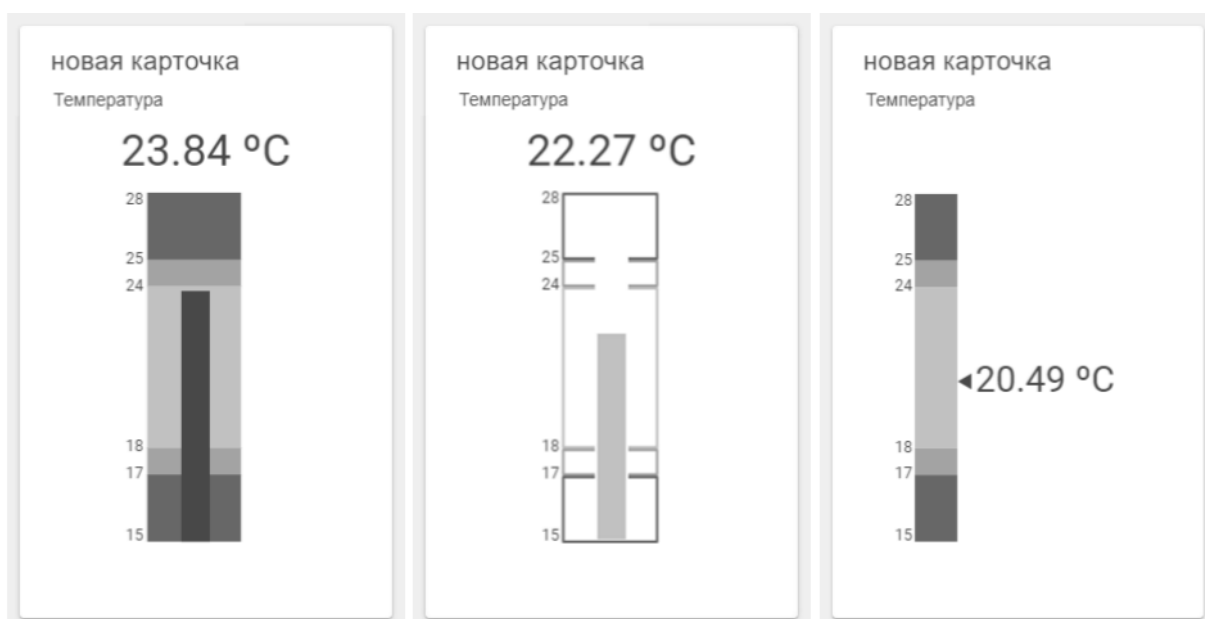


Рисунок 26 – Виджеты типа «Bar Gauge»

4) Bullet Gauge Type 1, Type 2 и Type 3 – Отображают аналоговые/численные значения на горизонтальной шкале. Настройки те же самые, что и у предыдущих виджетов. На рисунке 27 представлены примеры виджетов «Bullet Gauge».



Рисунок 27 – Виджеты типа «Bullet Gauge»

5) Discrete Chip и Discrete Lamp – Показывают текущие значение дискретных логических параметров, используя цветовую индикацию и текст. Цветовая индикация является настраиваемой и должна выбираться согласно типу параметра (аварийный или информационный).

Для параметров, настроенных как аварийные, предлагаются две темы, использующие аварийную (Default-Alarm) и предупредительную (Default-Warning) индикацию. Выбор подходящей темы определяется важностью параметра в системе телеметрии и телемеханики. На рисунке 28 представлены примеры виджетов «Discrete Chip» и «Discrete Lamp».

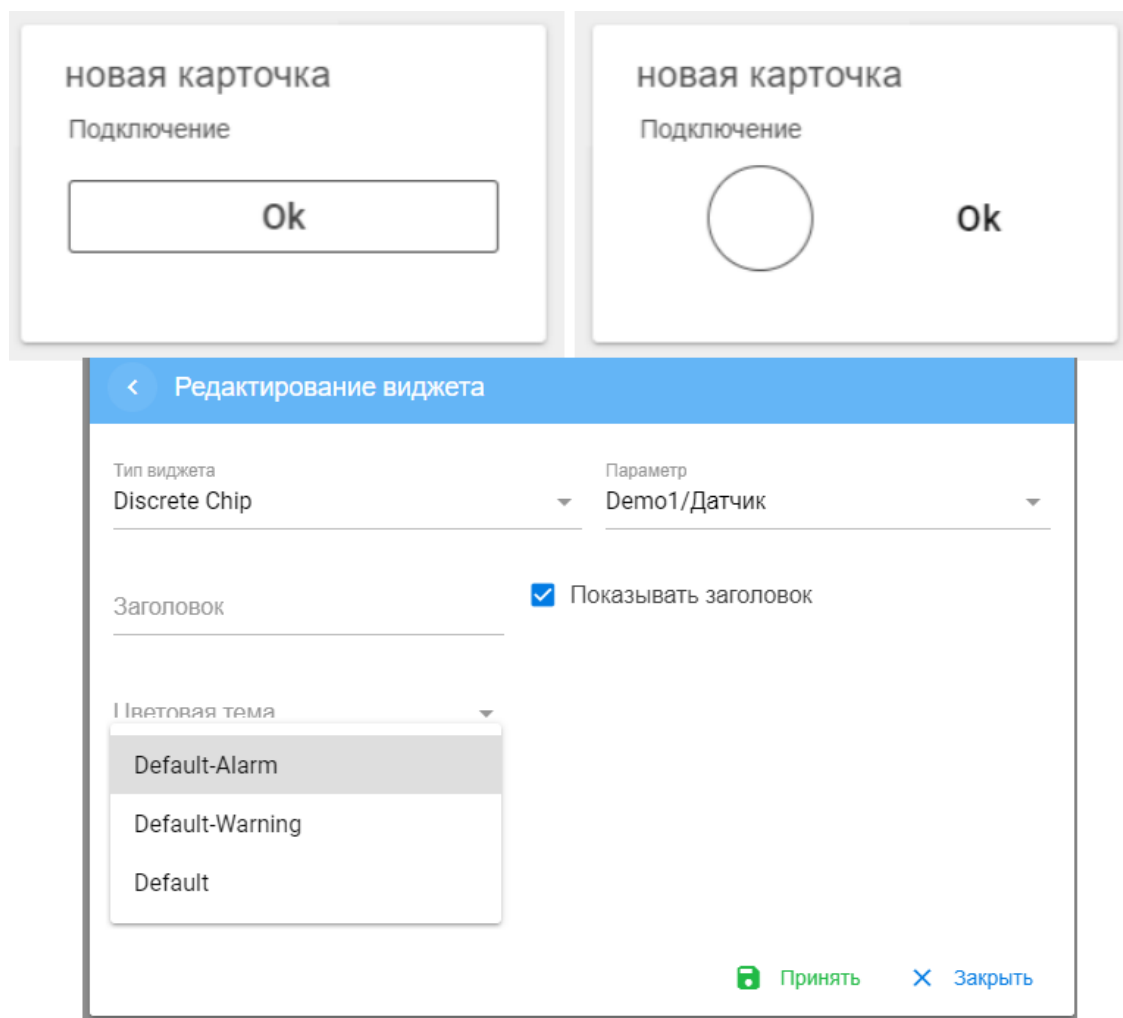


Рисунок 28 – Виджеты «Discrete Chip» и «Discrete Lamp» и их настройки

6) Donut Gauge – Отображает числовые значения на разомкнутой дуговой шкале, похожей на виджет «Angular Gauge Type2». Текущее значение отображается путем изменения заливки шкалы по часовой стрелке. На рисунке 29 представлен пример виджета «Donut Gauge».

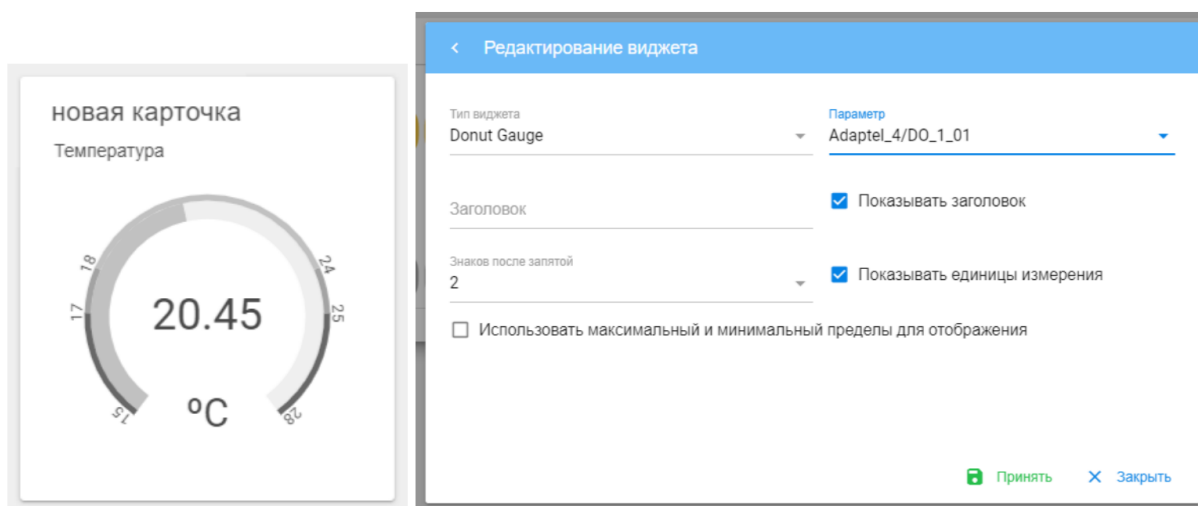


Рисунок 29 – Виджет «Donut Gauge» и его настройки

7) Live Trend – Виджет отображает 10 недавних значений параметра на мини-графике «время — значение». С помощью этого виджета операторы смогут оценить тенденцию в изменении значений параметра, например, отметить тенденцию к росту или уменьшению показаний. На рисунке 30 представлен пример виджета «Live Trend».

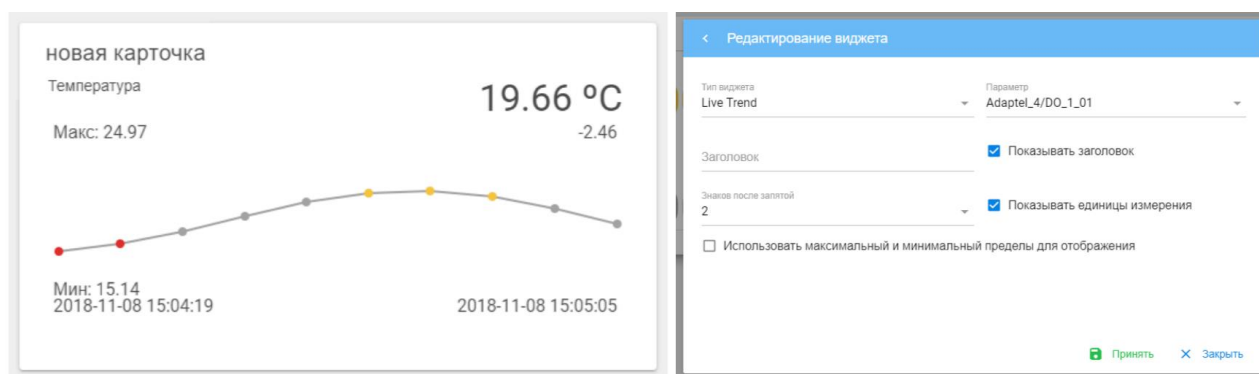


Рисунок 30 – Виджет «Donut Gauge» и его настройки

Для пользователя доступны следующие типы управляющих виджетов:

1) Command Button – Устанавливает значение, заданное в настройках виджета. На рисунке 31 представлен пример виджета «Command Button».

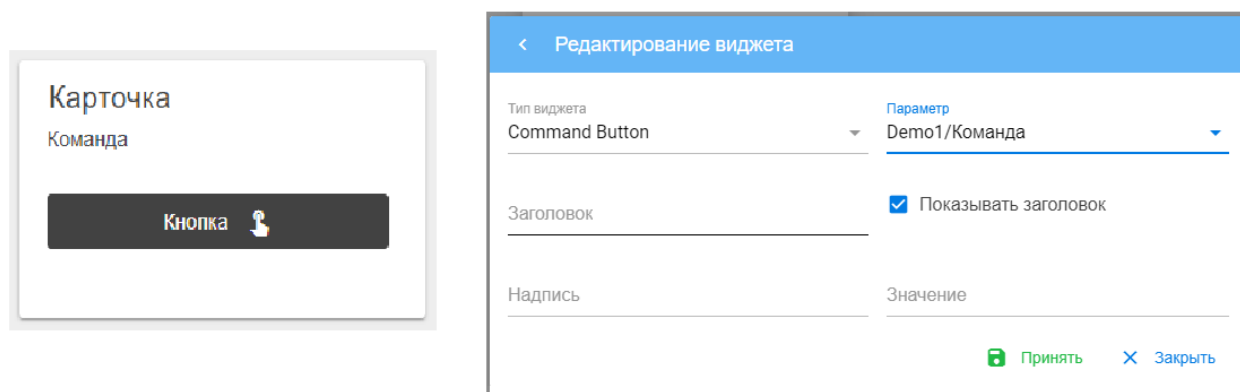


Рисунок 31 – Виджет «Command Button» и его настройки

2) Command Input – При нажатии виджет открывает диалоговое окно, предлагая диспетчеру ввести требуемое значение. На рисунке 32 представлен пример виджета «Command Input».

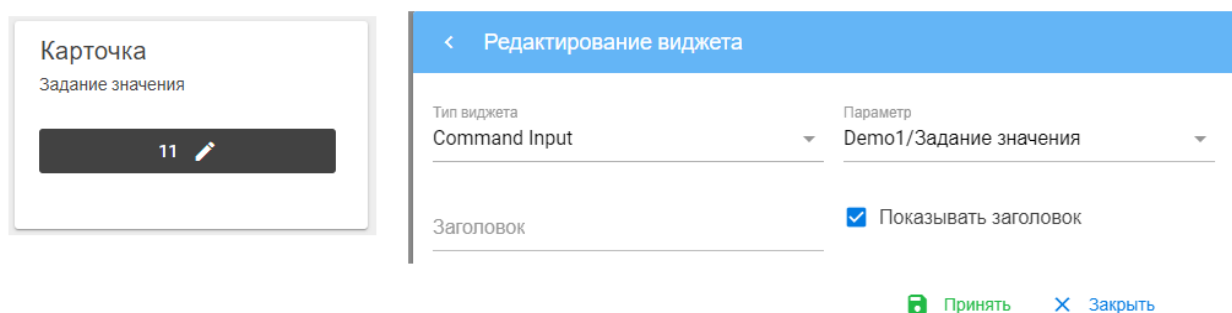


Рисунок 32 – Виджет «Command Input» и его настройки

3) Two-Command Button– Виджет позволяет управлять значениями дискретных/Радиус-IP логических параметров. Для каждого значения можно задать отдельную подпись. Виджет также может называться «переключатель» и «выключатель». На рисунке 33 представлен пример виджета «Two-Command Button».

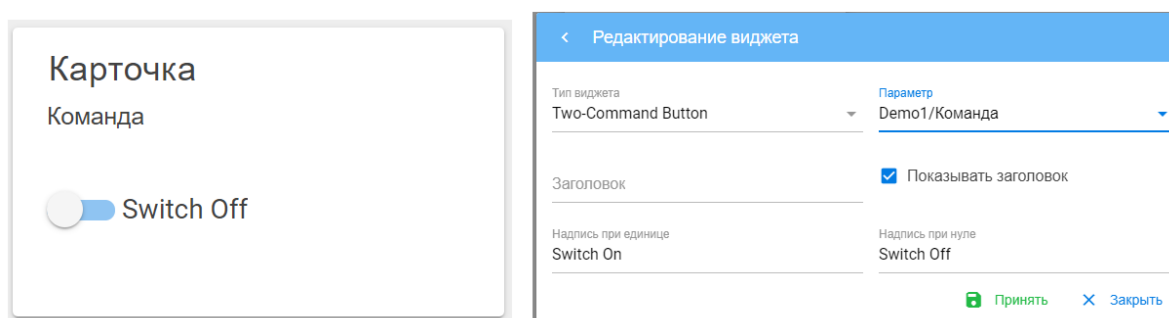


Рисунок 33 – Виджет «Command Input» и его настройки

Если один из параметров на панели выходит за нормальное значение, интерфейс системы подсвечивается красным цветом для привлечения внимания диспетчера.

Дальше располагается элемент «Настраиваемые страницы», который несёт в себе тот же функционал, что и элемент «Объекты», со следующими отличиями:

- нет индикации об аварийном состоянии параметра, если он выходит за пределы нормы;
- на панель можно добавить множество параметров со всех объектов, подключенных к системе;
- данная панель создаётся непосредственно пользователем для аналитики управляемых объектов.

Пример настроенной панели представлена на рисунке 34.

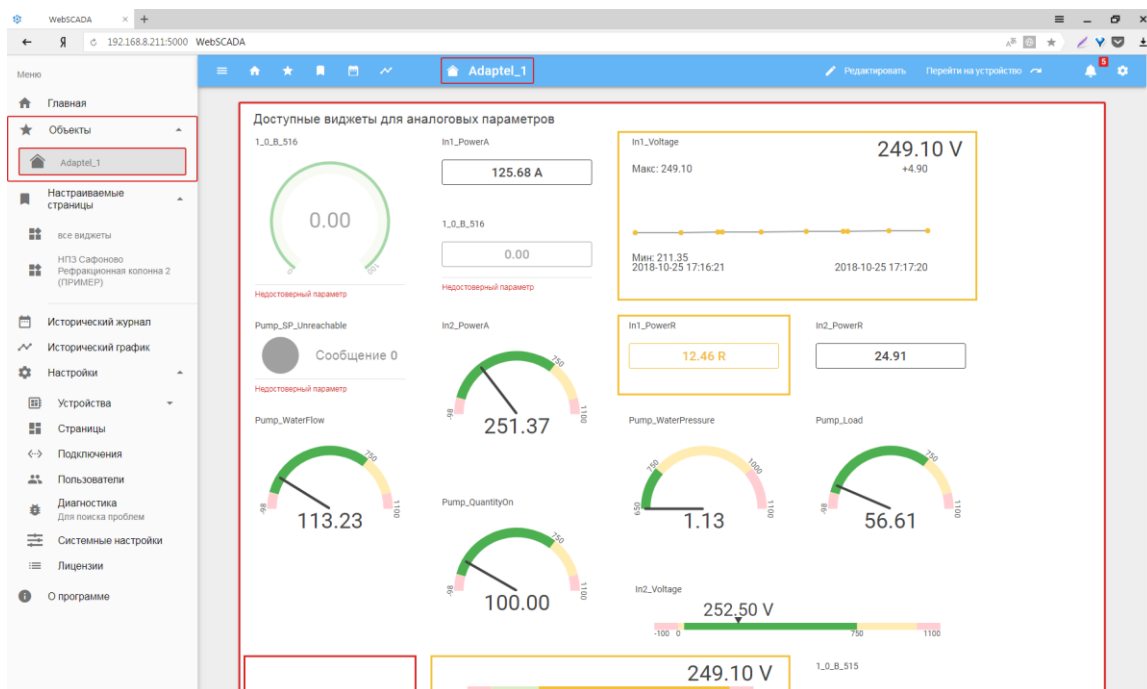


Рисунок 34 – Настроенная панель отображения информации

Дальше располагается элемент «Исторический журнал», который несёт в себе исторические записи об изменении параметров на объектах управления и действиях операторов с системой.

Записи поддаются возможности фильтрации для более быстрого анализа данных по следующим категориям:

- дата и время — показывает дату и время регистрации события в ISO-подобном формате;
- объект — показывает название устройства;
- параметр — показывает название параметра;
- сообщение — показывает сообщение, настроенное для определенных значений данного параметра.
- узел — показывает краткое имя компьютера, с которого инициировано событие.
- пользователь — показывает имя диспетчера, инициировавшего событие.
- тип — показывает один из следующих типов сообщения:
 - аварийное событие (Alarm) — значение параметра вышло за установленные пределы или приняло значение, соответствующее аварийному;
 - информационное событие (Inform) — дискретный/логический параметр изменил значение;
 - управляющее событие (Control) — диспетчер отправил команду на смену значения параметра.

На рисунке 35 представлен исторический журнал событий в системе.

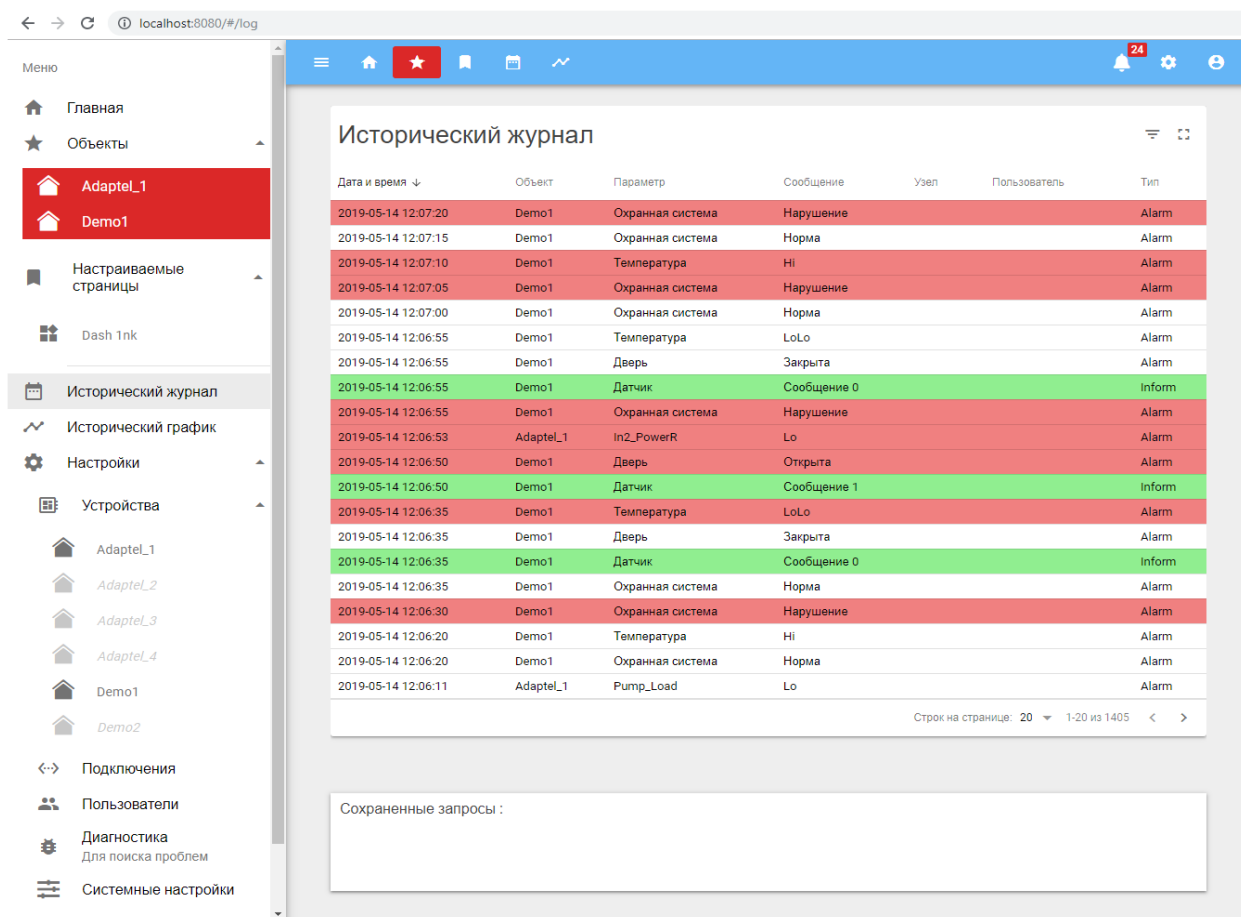


Рисунок 35 – Исторический журнал событий

Дальше располагается элемент «Исторический график», на котором у пользователя системы есть возможность визуализировать изменения во времени параметров объектов управления в виде трендов. На рисунке 36 представлен исторический график изменения параметров объектов управления.

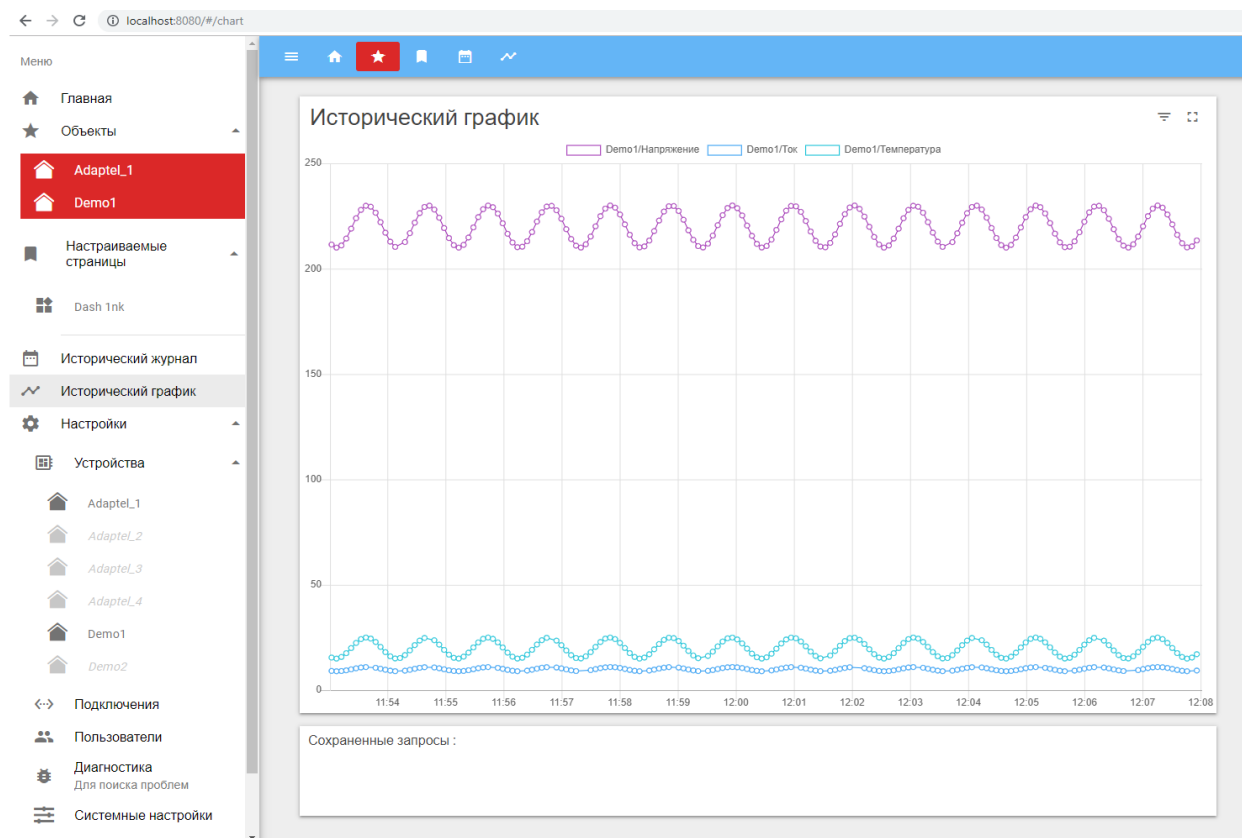


Рисунок 36 – Тренд

Дальше располагается элемент «Настроек», в котором доступны следующие элементы.

Устройства – здесь доступна конфигурация параметров, поступающих с устройства. На рисунке 37 представлен интерфейс конфигурации параметров у удалённого объекта.

Подключения – на данной странице задаётся подключение к базе данных, куда сохраняются все исторические данные для последующего анализа, и задаются настройки подключения к ioServer, который является главным поставщиком промышленных данных с объектов управления. На рисунке 38 представлен скриншот страницы подключения.

Пользователи – на данной странице для администратора системы отображаются пользователи системы с возможностью их добавления и редактирования. На рисунке 39 представлен основной таблица страницы пользователей.

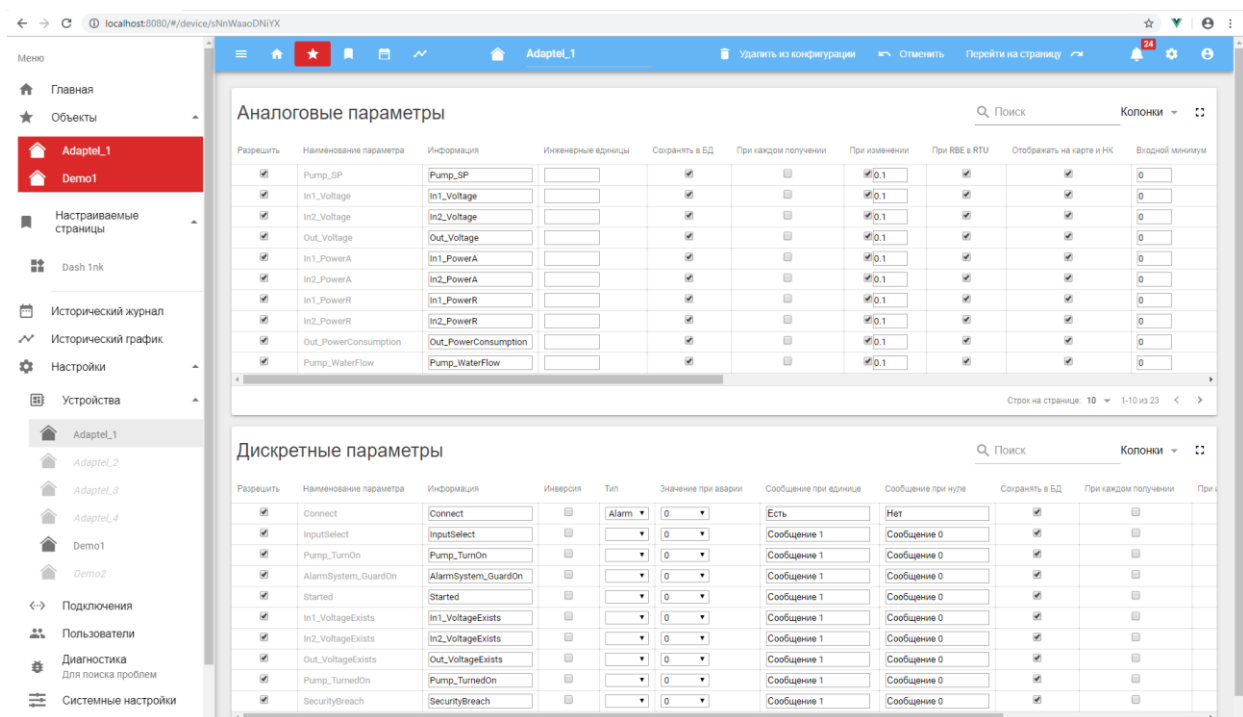


Рисунок 37 – Конфигурация параметров удалённого объекта

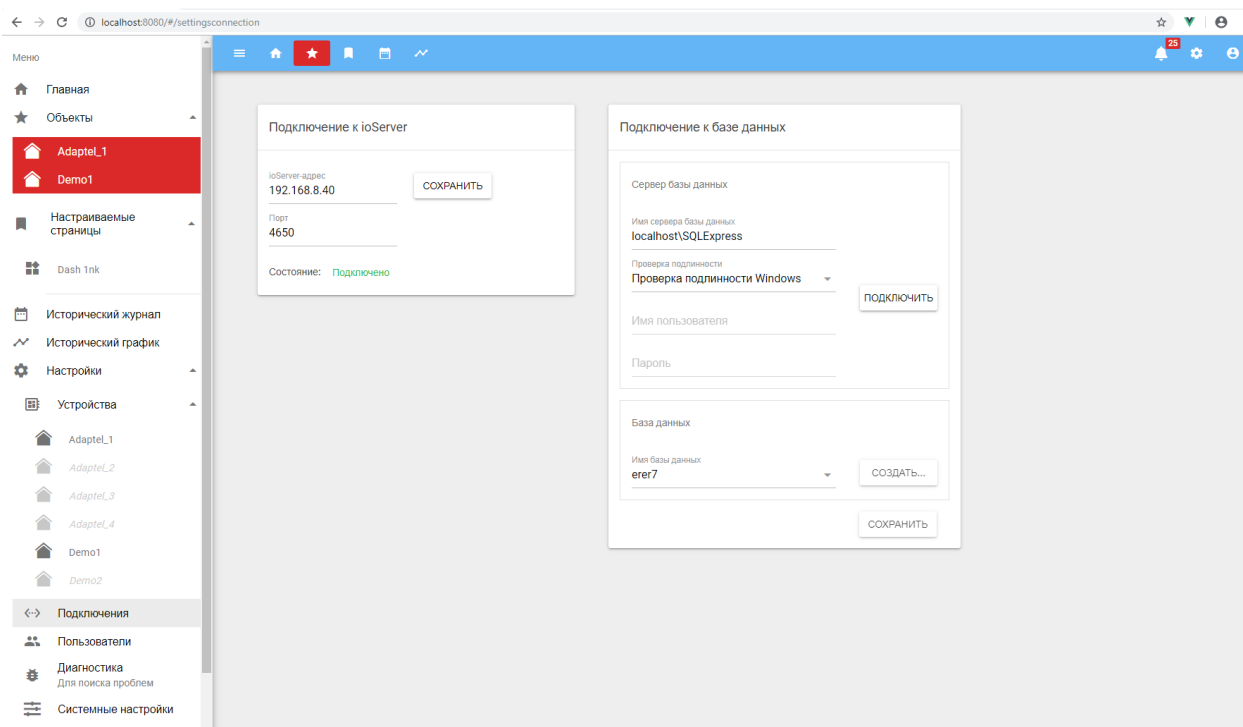


Рисунок 38 – Настройки подключения WEB-SCADA

Пользователи								+ ДОБАВИТЬ...
Идентификатор	Имя пользователя	Приложение	Администратор	Текущий пользователь	Страниц всего	Карточек всего	Виджетов всего	Настройки
33b5d97e-cf88-49e6-a6c1-be1c38f027c5_1	Администратор	SmartPTT	Да		3	0	0	
93327563-2D6B-4DA5-A21D-0ACE9A6A5A41	admin	local	Да	Да	3	8	50	

Строк на странице: 20 1-2 из 2 < >

Рисунок 39 – Пользователи WEB-SCADA

В системе также доступны глобальные настройки для текущего пользователя с возможностью выбора интерфейса темы, управления звуковым сообщением об аварийном состоянии параметров, локализации интерфейса и изменению текущего пароля пользователя. На рисунке 40 представлен данный функционал.

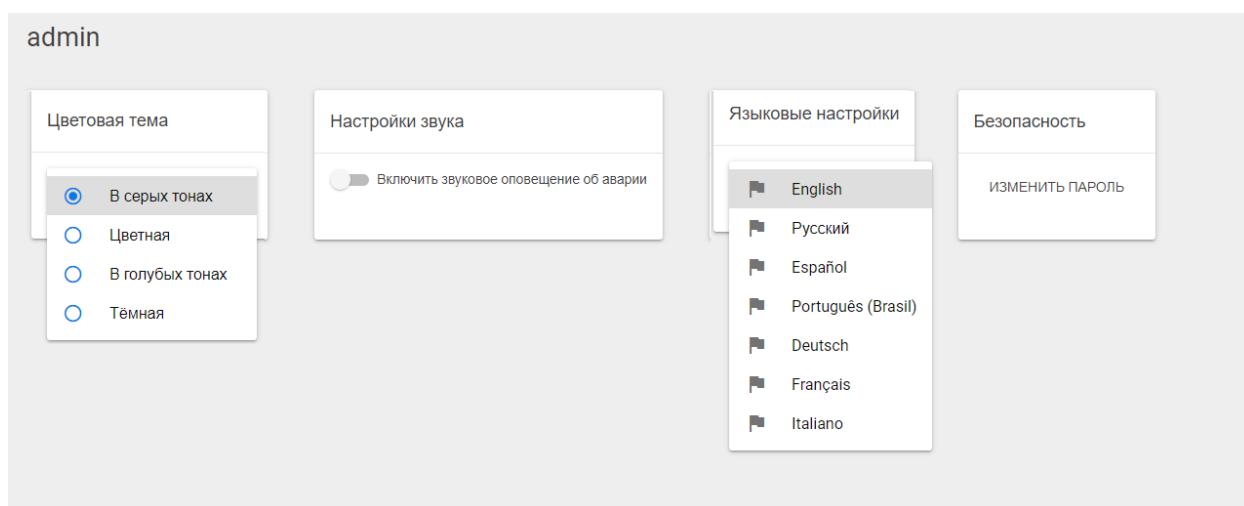


Рисунок 40 – Пользователи WEB-SCADA

Также есть возможность резервирования и восстановления всех настроек системы.

3.4 Результаты разработки

Результатами разработки является готовый программный продукт, позволяющий промышленным отечественным компаниям в режиме реального времени производить управление технологическими процессами и контролировать промышленные параметры на удалённых распределённых объектах управления

с применением WEB-технологий, которые в настоящее время обеспечивают полную безопасность для подключения пользователей, находящихся на значительных расстояниях от управляющего веб-сервера.

Было разработано программное обеспечение [22], которое перенимает весь функционал SCADA-систем и позволяет управляющему и диспетчерскому персоналу подключаться к системе управления с применением браузеров без установки дополнительного ПО на персональный компьютер пользователя.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

При работе над проектной и научно-исследовательской деятельностью немаловажную роль играет определение экономического обоснования. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является обязательной частью магистерской диссертации, целью которого является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Задачами данного исследования являются:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Магистерская диссертация представляет собой разработку программного обеспечения для управления технологическими процессами на удалённых объектах с применением современных WEB-технологий.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: программное обеспечение для удалённого управления технологическими процессами на распределённых объектах управления.

Целевой рынок: компании промышленного назначения, в которых необходимо в режиме реального времени производить управление технологическими процессами и производством в целом. Потенциальными потребителями разработанного программного обеспечения являются промышленные компании различного типа: от нефтеперерабатывающих до горнодобывающих.

Таблица 1 - Карта сегментирования

Размер компании	Сфера деятельности компании	
	Разработка АСУ ТП	Промышленная сфера
крупные		
средние		
малые		

	– ЗАО «ЭлеСи»
	– ПАО «Газпром»
	– заводы

Исходя из таблицы сегментирования рынка было выявлено, что потенциальными потребителями разрабатываемого программного продукта будет компания ЗАО «ЭлеСи» и ПАО «Газпром». Выбор выпал на эти компании, потому что их основной деятельностью является сфера управления технологическими процессами на объектах, то есть это как раз то, на что направлена разработка программного продукта – разработка автоматизированных систем управления и управление технологическими процессами.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Для этого была использована оценочная карта, представленная в виде таблицы 2.

Таблица 2– Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок), где B_{k1} –ЗАО «ЭлеСи», B_{k2} – ПАО «Газпром»

Критерии оценок	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценок ресурсоэффективности							
1. Соответствие задачам и потребностям заказчик	0,15	5	4	5	0,75	0,60	0,75
2. Надежность и безопасность	0,10	5	4	3	0,50	0,40	0,30
3. Потребность в использовании больших объемов памяти	0,05	4	5	4	0,20	0,25	0,20
4. Функциональность технического решения	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,60
5. Простота эксплуатации	0,10	4	3	5	0,40	0,30	0,50
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность программной разработки	0,10	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Техническое и сервисное сопровождение	0,10	4	5	3	0,4	0,5	0,3
3. Стоимость программной разработки	0,10	5	3	3	0,5	0,3	0,3
4. Наличие лицензий программной разработки	0,05	3	4	5	0,15	0,2	0,1
Итого	1,00				4,65	3,70	3,85

По вышеописанным результатам анализа конкурентоспособности можно утверждать, что разработанное программное решение отличается от рассматриваемых конкурентных разработок по определенным критериям. Одним из таких преимуществ является удовлетворение техническим и функциональным потребностям заказчика в рассматриваемой сфере. Также немаловажна надежность и безопасность приложения, поскольку планирование финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудование требует защиты информации на определенном уровне.

4.1.3 SWOT-анализ

Анализ заключается в том, что необходимо описать сильные и слабые стороны исследовательского проекта, а также выявить его возможности и угрозы, которые могут проявиться во внешней среде. Результаты SWOT-анализа отображены в табл. 3.

Таблица 3 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: S1. Полная и достаточная функциональность разработки. S2. Удобство в эксплуатации. S3. Строгая ориентация на применение в компаниях, требующих управление процессами. S4. Техническое и сервисное обслуживание разработки.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: W1. Сложное тестирование разработки в непрерывном технологическом процессе. W2. Высокая стоимость использования современных информационных технологий для разработки программного обеспечения. W3. Специфичность функциональности разработки для одной компании.
Возможности: O1. Географическое расширение компании. O2. Улучшение функциональных возможностей программного продукта. O3. Завоевание рынка. O4. Цифровизация объектов управления с помощью компьютерных средств .	1. Привлечение клиентов на российском и зарубежном уровнях для дальнейшего расширения функционала системы и увеличения клиентской базы. 2. Привлечение клиентов с нефтяной и промышленной отрасли для управления процессами. 3. Разработка программы общего типа, а не специфичной для предметной области.	1. Исследование технического рынка и новых технологий для расширения функционала системы в соответствии с современными тенденциями. 2. Расширение функционала системы за счет исследования деятельности смежных компаний. 3. Тестирование разработки с помощью математического моделирования и физических объектов управления.
Угрозы: T1. Потеря конкурентоспособности разработки. T2. Появление новых конкурентов на рынке. T3. Повышение стоимости ресурсов. T4. Нестабильность экономики.	1. Поддержание стабильной ценовой политики на продажу программного продукта. 2. Проведение анализа рынка технических решений для удовлетворения требованиям клиентов. 3. Предоставление сервисного обслуживания и консультаций для клиентов.	1. Разработка системы лояльности клиентов для поддержания и расширения клиентской базы компании. 2. Минимизация издержек и оптимизация используемых ресурсов.

Одной из сильных сторон разработки является строгая ориентация на применение в нефтяных компаниях. Это значит, что программная разработка будет являться востребованной в компаниях рассматриваемой области, потому что программные продукты общего типа широко распространены. За этим последует расширение функционала программного модуля, поскольку планируется, что переговоры с заказчиком будут на постоянной основе. Предполагается, что эффективность внедрения разработки в компании будет измеряться с помощью математической модели процесса технического обслуживания.

4.2 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 4.

Таблица 4 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работ	Исполнители	Загрузка исполнителей
Подготовительный этап		
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100 %
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 10 % И – 90 %
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100 % И – 100 %
Изучение предметной области	И	И – 100 %
Анализ разработки программного обеспечения		
Разработка ПО, приведение полученных результатов	НР, И	НР – 20 % И – 100 %

Продолжение таблицы 4 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Экономическое обоснование		
Анализ перспективности разработки, оценка целесообразности разработки и затрат	И	И – 100 %
Анализ опасных и вредных производственных факторов		
Анализ выявленных вредных и опасных факторов производственной среды, защита в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	И	И – 100 %
Оформление полученных результатов	И	И – 100 %
Документирование		
Составление и согласование расчетно- пояснительной записки	НР, И	НР – 100 % И – 100 %
Оформление графического материала	И	И – 100 %
Подведение итогов	НР, И	НР – 100 % И – 100 %

4.2.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

В данном случае используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Для определения ожидаемого значения трудоемкости i -ой работы $t_{ож\ i}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок $t_{min\ i}$ и $t_{max\ i}$:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{min\ i} + 2 \cdot t_{max\ i}}{5} \quad (1)$$

где $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел/дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 4 работ требуются специалисты:

- инженер-разработчик ПО;
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни.

Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = t_{ожi} \cdot K_{д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{д} = 1.2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{к}, \quad (3)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{к} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22, \quad (4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни;

$T_{ПД}$ – праздничные дни.

В таблице 4 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе:

Таблица 5 – Трудозатраты на выполнение

Этапы работ	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн			
					ТРД		ТКД	
		<i>tmin i</i>	<i>tmax i</i>	<i>тож i</i>	НР	И	НР	И
Подготовительный этап								
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	3	5	4	4	-	2	-
Составление и утверждение требований к ПО	НР, И	4	6	4	3	6	3	7
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1	2	2	2	2
Изучение предметной области	И	7	10	8	-	10	-	12
Анализ разработки программного обеспечения								
Разработка ПО, приведение полученных результатов	НР, И	14	154	70	6	79	10	93
Оформление полученных результатов	И	5	7	6	-	7	-	8
Экономическое обоснование								
Анализ перспективности разработки, оценка целесообразности разработки и затрат	И	3	5	4	-	5	-	5
Анализ опасных и вредных производственных факторов								
Анализ выявленных вредных и опасных факторов производственной среды, защита в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	И	1	2	1	-	2	-	2
Документирование								
Составление и согласование расчетно-пояснительной записки	НР, И	3	5	4	-	5	-	5
Оформление графического материала	И	3	5	4	-	5	-	5
Подведение итогов	НР, И	1	2	1	2	2	2	2
Всего:				105	17	123	19	141

На основе таблицы 5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 5 с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. На рисунке 41 представлен календарный план-график проведения НИОКР.

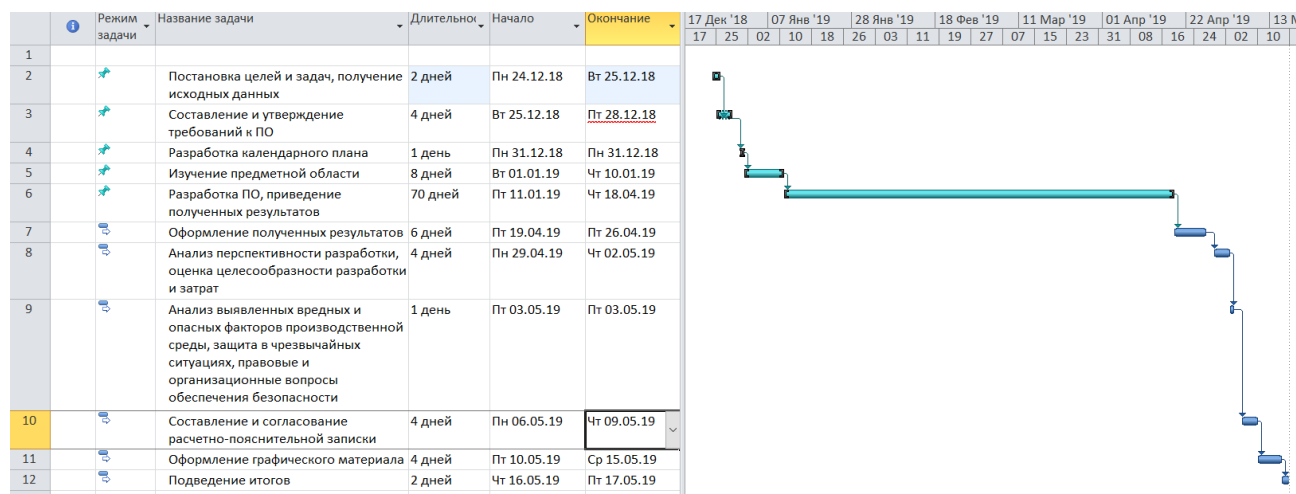


Рисунок 41 – Календарный план-график проведения НИОКР

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В состав затрат на создание проекта включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- отчисления в социальные фонды;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- работы, выполняемые сторонними организациями;
- прочие расходы.

4.3.1 Расчет затрат на ПО

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам и приведена в таблице 6.9.

Таблица 6 – Затраты на ПО

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Компьютер	64 500	1 шт.	64 500
Итого			64 500

В статье «Амортизационные отчисления» от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии. Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ЭВМ по формуле (5):

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ}}{F_D} \cdot t_{рф} \cdot n \quad (5)$$

где N_A – годовая норма амортизации, $N_A = 25 \%$;

$Ц_{ОБ}$ – цена оборудования, $Ц_{ОБ} = 57\,000$ руб.;

F_D – действительный годовой фонд рабочего времени, $F_D = 2384$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования при создании программного продукта, $t_{рф} = 317$ часа;

n – число задействованных ПЭВМ, $n = 1$.

Итак, затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{AM} = \frac{0,25 \cdot 64500}{2384} \cdot 317 \cdot 1 = 2144$$

4.3.2 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$СГ_i = \frac{МО}{24,83}, \quad (6)$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 7. При расчете учитывалось, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце 24,83 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 6. Также был принят во внимание учитывающий коэффициент дополнительной заработной платы $КПР = 1,1$; $К_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $К_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $К_{\text{и}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$

Таблица 7 - Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты вре- мени, дни	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	936,97	15	14 054
И	14 584,32	607,68	125	75 960
Итого				90 014

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили

$$С_{\text{осн}} = 90\,014 \text{ руб.}$$

4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot C_{\text{осн}}, \quad (7)$$

где $K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. На стадии проектирования принимается равным (0,12 – 0,15).

Таблица 7 – Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнитель	Отчисления на дополнительную заработную плату, руб.
НР	2 108
И	11 394

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$C_{\text{внед}} = K_{\text{внед}} \cdot (C_{\text{осн}} + C_{\text{доп}}), \quad (8)$$

где $K_{\text{внед}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования).

Таблица 8 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	14 054	2 108
И	75 960	11 394
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	$K_{\text{внед}} = 27,1 \%$	
Итого:	28 053	

$$C_{\text{внед}} = 28\,053 \text{ руб.}$$

4.3.5 Прочие расходы

В статье «Накладные расходы» отражены расходы на разработку проекта, которые не учтены в предыдущих статьях.

Таблица 9 – Накладные расходы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма,руб.
Блокнот	40	2 шт.	80
Бумага для принтера формата А4	150	2 уп.	300
Ручка шариковая	10	4 шт.	40
Карандаш	10	2 шт.	20
Стирательная резинка	5	2 шт.	10
Электроэнергия	5,8 руб кВт·ч	120 кВт·ч	696
Покупка лицензии Visual Studio (1 исполнение)	98 981	1 шт	98 981
Покупка лицензии JetBrains (3 исполнение)	130 504	1 шт	130 504
Итого:		1 исполнение	100 127
		3 исполнение	131 200

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	64 500
Амортизация	-2144
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	90 014
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13 502
Отчисления во внебюджетные фонды	28 053
Накладные расходы (1 исполнения)	100 127
Накладные расходы (3 исполнение)	131 200
Бюджет затрат НТИ (1 исполнение)	230 353
Бюджет затрат НТИ (2 исполнение)	131 073
Бюджет затрат НТИ (3 исполнение)	261 426

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (9)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в том числе аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (10)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального финансового показателя приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчёт интегрального финансового показателя конкурентных технических решений

Вариант схемы	Φ_{pi} , руб.	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$, о. е.
1е исполнение	230 353	0.88
2е исполнение	131 073	0.11
3е исполнение	261 426	1

Второй вариант имеет наименьший интегральный показатель среди трёх конкурентных технических решений, но в то же время имеет недостаточную функциональность.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исслед. Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Уровень новизны	0,3	5	5	5
2. Теоретический уровень	0,3	5	3	3
3. Возможность реализации	0,4	5	3	3
Итого	1	5	3,6	3,6

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

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,4 = 3,6;$$

$$I_{p-исп3} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 = 3,6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (I_{ucni}) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр.1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр.2}} \dots \quad (11)$$

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

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$) по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} \quad (12)$$

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5	3,6	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5	3,6	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,39	1	1

В ходе работы был определен целевой рынок проекта, построена карта сегментирования, проведён анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

В рамках анализа определена трудоемкость данного проекта, она равна 106 дням. На основании трудоемкости была построена диаграмма Ганта.

Так же были рассчитаны величины затрат научно-исследовательских работ. В результате проведенных расчетов, бюджет затрат: 131073 рублей .

После проведенных сравнений и расчетов можно сделать вывод, что разработка настоящего программного обеспечения является перспективной, а также привлекательной для российского рынка систем управления.

5 Социальная ответственность

Объектом исследования является разработка программного обеспечения для контролирования удалённых промышленных распределённых объектов. При разработке программного обеспечения, работа выполняется на компьютере, состоящего из системного блока и монитора, работа производится сидя, при небольшом физическом напряжении. Рабочее место представляет собой компьютерный стол с персональным компьютером. В связи с этим в данном разделе будет разработан комплекс мероприятий, который позволит свести к минимуму или ликвидировать негативные влияния факторов, возникающие при разработке программного обеспечения для управления удалёнными распределёнными объектами с применением WEB-технологий [23].

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

При разработке устройства могут возникнуть вредные и опасные факторы. Используя ГОСТ 12.0.003-74 [24], можно выделить ряд факторов, приведенных в таблице 14. Так же приведены источники факторов и нормативные документы, регламентирующие действие каждого фактора.

Таблица 14 – Опасные и вредные факторы при разработке устройства

Источник фактора	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Персональный компьютер	– нарушение параметров микроклимата – повышение шума – недостаточное освещение – электромагнитные излучения	опасность поражения электрическим током	1. СанПиН 2.2.4.548–96 [25] 2. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [26] 3. СанПиН 2.2.2/2.4.134003 [27] 4. СНиП 23-05-95 [28] 5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [29] 6. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [30]

5.1.2 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [27] работа инженера-программиста относится к категории легких работ А1. Категория А1 относится к работам с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96, показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Оптимальный микроклимат на рабочем месте обеспечивает ощущение теплового комфорта в течение работы при минимальном напряжении механизмов терморегуляции человека, не вызывает отклонений состояния здоровья, обеспечивает условия для высокого уровня работоспособности и является предпочтительным на рабочем месте.

Лаборатория является помещением, относящимся к категории помещений, где выполняются легкие физические работы, поэтому должны соблюдаться следующие требования, представленные в таблице 15.

Таблица 15 – Допустимые значения показателей микроклимата по СанПиН 2.2.4.548–96

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влаж. воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	(22 - 24)	(21 – 25)	(60 – 40)	0,1
Теплый	(23 - 25)	(22 - 26)	(60 – 40)	0,1

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели. Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95 °С, чтобы исключить пригорание пыли.

5.1.3 Шум

При работе с ПК возникают акустические поля. Воздействие шума может привести к ухудшению слуха. Шумовое загрязнение среды на рабочем месте кроме того приводит к снижению внимания персонала, замедлению скорости психических реакций [31]. Источниками шумов могут стать вентиляционные установки, кондиционеры, ЭВМ и его периферийные устройства. Длительное воздействие этих шумов отрицательно сказывается на эмоциональном состоянии персонала.

Снизить уровень шума можно при помощи звукопоглощающих материалов, предназначенных для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создается за счет использования занавесок из плотной ткани. Также уровень шума может быть снижен путем очистки или замены системы охлаждения персонального компьютера.

ПДУ шума для объектов типа поста управления нормируются ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Значения ПДУ согласно этим документам представлены в таблице 16 (для постоянных шумов).

Таблица 16 – Уровни звукового давления в активных полосах со среднегеометрическими частотами

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ПУ	83	74	68	63	60	78	55	54	65

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка).

5.1.4 Недостаточная освещенность

Важнейшим физическим фактором является освещенность производственного помещения в целом и рабочего места конкретно. С этой целью производят нормирование производственного освещения, поскольку такие показатели как: яркость дисплея экрана, частота обновления изображения, общая освещенность в рабочей зоне оказывают сильнейшее влияние на зрение работника.

Работа, выполняемая с использованием ПК, имеют следующие недостатки:

- отражение экрана;
- вероятность появления прямой блескости;
- ухудшенная контрастность между изображением и фоном;

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0

мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. Для общего освещения помещений следует использовать лампы со световой отдачей не менее 55 лм/Вт. Для освещения помещений, оборудованных персональными компьютерами, следует применять систему общего освещения. Также допускается применение комбинированного освещения с целью дополнительного освещения бумажного носителя при исключении засветки от экрана монитора.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, по ГОСТ Р 55710-2013, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

5.1.4.1 Расчет искусственного освещения

Задачей расчета является выполнение общего равномерного освещения помещения [32]. Размеры помещения 7х5х3,6 м, высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м. Требуется создать освещенность $E = 300$ лк.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_M \cdot S \cdot Z \cdot K_{\Sigma}}{N \cdot \eta} \quad (13)$$

Коэффициентотражения стен $R_c=50$ %, потолка $R_n=70$ %.

Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,1$.

Приняв $h_c = 0,5$ м; получаем $h=4- 0,5-0,8=2,3$ м;

$$L = 1,1 \cdot 2,3 = 2,53 \text{ м}; \quad L/3 = 0,84 \text{ м} \quad (14)$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить три светильника. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 18$.

Находим индекс помещения:

$$i = 35/[2,3 \cdot (7 + 5)] = 1,26 \quad (15)$$

Коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,53$.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 35 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,53} = 1816,04 \text{ Лм.} \quad (16)$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов, выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 30 Вт с потоком 1650 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$\begin{aligned} -10 \% &\leq (\Phi_{\text{ст}} - \Phi_{\text{расч}}) / \Phi_{\text{ст}} \cdot 100 \% \leq 20 \% \\ -10 \% &\leq (1650 - 1816,04) / 1650 \cdot 100 \% \leq 20 \% \\ -10 \% &\leq -10 \% \leq +20 \% \end{aligned} \quad (17)$$

В результате анализа освещенности рабочего места отклонений от норм выявлено не было. Уровень освещенности соответствует нормам в разные периоды светового дня.

5.1.5 Электромагнитные излучения

Вредные проявления факторов рассматриваемой рабочей зоны выражаются в электромагнитном и электрическом излучениях (ЭМИ и ЭСИ). Объясняется это тем, что ПК оснащают сетевыми фильтрами, источниками бесперебойного питания и другим оборудованием, что в совокупности формирует сложную электромагнитную обстановку на рабочем месте пользователя. Техногенные ЭМП приводят к следующему: появление головной боли, повышение температуры тела, ожоги, катаракты.

Источником ЭСП является экран ПК и трение поверхности клавиатуры и компьютерной мыши. ЭСП может способствовать нарушению гормональной и иммунной систем. Показатели ЭМИ и ЭСИ на рабочих местах с ПК представлены в таблице 17 [33].

Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может привести к дыхательной, нервной и сердечнососудистой систем, головным болям, утомляемости. Для обеспечения меньшего уровня электромагнитного излучения использован жидкокристаллический монитор. Необходимо чтобы компьютер был заземлен, а также необходимо по возможности сокращать время работы за компьютером.

Таблица 17 – Допустимые уровни напряженности электромагнитных полей по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Параметры воздействия, частота излучения		Допустимые значения
Статическое поле		20 000 В/м
На расстоянии 50 см вокруг	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Переменное поле на расстоянии 50 см вокруг		0,25 А/м
Магнитная индукция не более	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не более		500 В

Таким образом, проанализировано электромагнитное излучение для нормальной работы человека.

5.1.6 Электробезопасность

Электрический ток относится к категории опасных факторов. В помещении, где производится разработка устройства, присутствует большое количество аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц, в том числе персональный компьютер, за которым происходит наладка программного обеспечения. Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ [30] и ПУЭ, по опасности электропоражения данное помещение относится к помещениям без повышенной опасности. Это обусловлено отсутствием высокой влажности, высокой температуры, токопроводящей пыли и возможности одновременного соприкосновения с заземленными предметами и металлическими корпусами оборудования. Во время нормального режима работы оборудования опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Мероприятия по устранению опасности поражения электрическим током сводятся к правильному размещению оборудования и применению технических средств защиты. К основным техническим средствам защиты от поражения электрическим током (ГОСТ IEC 61140-2012) относятся:

- изоляция токопроводящих частей;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация и блокировки.

Также рекомендуется проведение ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и переаттестация лиц электротехнического персонала, инструктажи и т. д.).

5.1.7 Психофизиологические факторы

Наиболее эффективные средства предупреждения утомления при работе на производстве – это средства, нормализующие активную трудовую деятельность человека. На фоне нормального протекания производственных процессов одним из важных физиологических мероприятий против утомления является правильный режим труда и отдыха (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Существуют следующие меры по снижению влияния монотонности:

- необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня;
- соблюдать эстетичность производства.

Для уменьшения физических нагрузок организма во время работы рекомендуется использовать специальную мебель с возможностью регулировки под конкретные антропометрические данные, например, эргономичное кресло.

5.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов (техника безопасности и производственная санитария)

Для создания и поддержания в лаборатории оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года должно использоваться водяное отопление, а в теплое время года применяться кондиционирование воздуха.

На рабочем месте должно применяться также искусственное освещение помимо естественного, которое осуществляется системой общего равномерного освещения, а при работе с документами следует применять комбинированное освещение. Кроме того, рабочий стол следует размещать таким образом, чтобы естественный свет падал слева.

Работа за компьютером относится к V зрительному разряду (работа малой точности). Следовательно, требуемая освещенность помещения может быть обеспечена следующими типами ламп:

- люминесцентная лампа белого свечения (ЛБ) или холодного белого свечения (ЛХБ);
- металл галогенная лампа (МГЛ);
- ртутная лампа высокого давления (ДРЛ).

На рабочем месте желательно применение комбинированной системы освещения: люминесцентные лампы типа ЛД. Люминесцентные лампы имеют

ряд существенных преимуществ: излучаемый ими свет близок к дневному, естественному свету; обладают повышенной светоотдачей, имеют более длительный срок службы [32].

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014[34] эквивалентный уровень звука не должен превышать 65 дБА.

В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

- облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом. Снижает шум на 6-8 дБ;
- рациональная планировка помещения.
- установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум;
- экранирование рабочего места, путем постановки перегородок, диафрагм.

Дисплеи должны проходить испытания на соответствие требованиям безопасности, например, международным стандартам MRP 2, TCO 99.

5.3 Экологическая безопасность

Работа с ПК не влечет за собой негативных воздействий на окружающую среду, поэтому создание санитарно-защитной зоны и принятие мер по защите атмосферы, гидросферы, литосферы не являются необходимыми.

Исключением являются лишь случаи утилизации персонального компьютера и индукционного преобразователя как твердого отхода и как следствие загрязнение почвы или выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, углекислого газа, образование тепла в случае пожара.

При завершении срока службы ПК, его можно отнести к отходам электронной промышленности. Переработка таких отходов осуществляется разделением на однородные компоненты, химическим выделением пригодных для дальнейшего использования компонентов и направлением их для дальнейшего использования (например, кремний, алюминий, золото, серебро, редкие металлы) согласно [35], [36].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Вероятной чрезвычайной ситуацией возникающей при проведении анализа динамических свойств системы автоматического регулирования скорости двигателя с интервальными параметрами является пожар.

При этом причинами возникновения пожара могут быть:

- неисправности электропроводки, розеток и выключателей, которые могут привести к короткому замыканию или пробоем изоляции;
- использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
- использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
- возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
- возгорание здания вследствие внешних воздействий;
- неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожар предупреждения и защиты [37].

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения. В целях предотвращения пожара предлагается проводить с инженерами, работающими в лаборатории, противопожарный инструктаж.

В лаборатории источниками воспламенения могут быть неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях.

Несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Поэтому курение в помещении лаборатории необходимо категорически запретить.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации и приступить к ликвидации пожара углекислотными огнетушителями.

При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

Рабочее место должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97.

По пожарной, взрывной, взрывопожарной опасности помещение относится к категории В – горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Основным поражающим фактором пожара для помещений данной категории является наличие открытого огня и отравление ядовитыми продуктами сгорания оборудования.

В качестве средств пожаротушения применяются устанавливаемые в коридорах и на лестничных площадках пожарные краны. В качестве средства первичного средства пожаротушения следует использовать огнетушители, подходящие для тушения электроустановок, в частности, порошковые огнетушители. Углекислотные огнетушители также подходят для тушения электроустановок, однако, из-за опасности испарений огнетушащего вещества не подходят для использования в замкнутом помещении. План эвакуации предоставлен на рисунке 42.

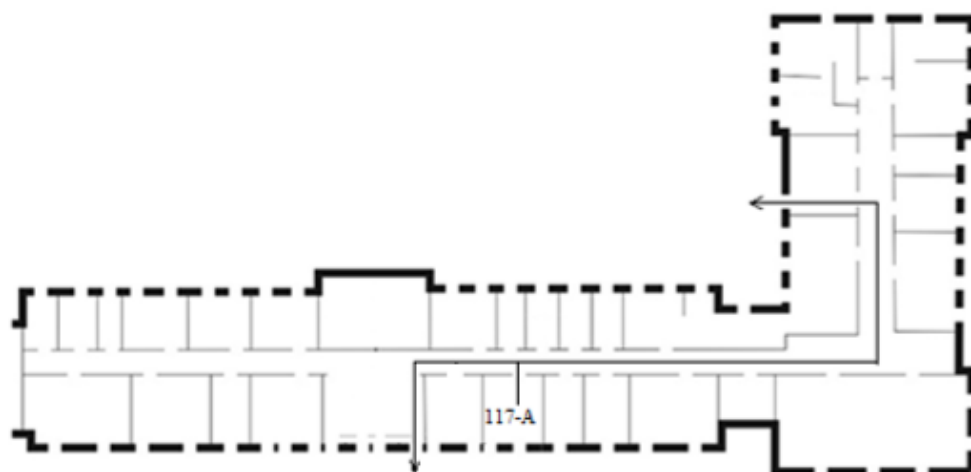


Рисунок 42 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из помещений учебного корпуса №10, пр. Ленина, 2, 1-й этаж

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Законодательство РФ об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из федерального закона, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ. Среди них можно выделить федеральный закон “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний”.

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль.

Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарноэпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность: дисциплинарная, административная, уголовная, материальная.

Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности работника, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении.

Рабочее место - это часть пространства, в котором работник осуществляет трудовую деятельность, и проводит большую часть рабочего времени.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям [38].

Кроме того, стоит сократить время работы за компьютером, делать перерывы при 8-ми часовой смене.

Письменный стол и офисное кресло являются главными составляющими на рабочем месте. Основным рабочим положением является положение сидя. Поэтому для исключения возникновения заболеваний, связанных с малой подвижностью работника, необходимо иметь возможность свободной перемены поз.

Кроме того, необходимо соблюдать режим труда и отдыха с перерывами, заполняемыми “отвлекающими” мышечными нагрузками на те звенья опорно-двигательного аппарата, которые не включены в поддержание основной рабочей позы.

Рабочий стул должен быть снабжен подъемно-поворотным механизмом. Высота сиденья должна регулироваться в пределах (400 - 500) мм. Глубина сиденья должна составлять не менее 380 мм, а ширина - не менее 400 мм. Высота опорной поверхности спинки не менее 300 мм, ширина - не менее 380 мм. Угол наклона спинки стула к плоскости сиденья должен изменяться в пределах (90 – 110) градусов.

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы был разработан программный продукт для проектирования автоматизированных систем сбора и обработки измерительной информации распределенных объектов управления.

Программный продукт, предназначенный для оперативного контроля параметров локальных систем объектов управления, включает полный доступ ко всем функциональным возможностям посредством WEB-интерфейса через персональные браузеры пользователей.

Разработанное программное обеспечение включает в себя следующие архитектурные решения:

- WEB-интерфейс на базе современных исследований ситуационного восприятия человеческими органами чувств для отображения информации и управления технологическими процессами;
- сервер для обработки и вычисления промышленных данных с последующей записью в базу данных MS SQL;
- База данных MS SQL;
- драйвера конвертации данных с промышленных протоколов обмена информацией.

Основное взаимодействие между компонентами системы обеспечивается посредством применения современной технологии передачи данных в глобальной сети Интернет WebSocket, на который был сделан упор в разработке программного обеспечения.

В будущем планируется добавление аналитического функционала по созданию цифровых моделей оборудования для своевременного технического обслуживания и более точного управления технологическими процессами.

Список публикаций

1. Янусов А.С., Курганов В.В. Удаленное управление технологическими процессами с использованием web-технологий на примере ООО «Эл-ком+» г. Томск // Научный журнал категории ВАК «Перспективы науки» — Тамбов: МОО «Фонд развития науки и культуры», 2019 – №1 С. 8-12.

2. Янусов А.С., Курганов В.В. Применение Web-технологий в сфере автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 3-7 декабря 2018 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники ; под ред. Д. М. Сонькина [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — С. 325-326.

3. Янусов А.С., Сапожникова А.С., Рудко М.И. Применение web-технологий для удалённого управления объектами на примере умного дома // Современное состояние науки и техники: сборник трудов 9-й сессии международной мультидисциплинарной научно-практической конференции, Сочи, 14-23 Декабря 2018. – Сочи: Оптима, 2018 – С. 60-66.

Список использованных источников

1. Андреев Е.Б. SCADA-системы: взгляд изнутри / Е.Б. Андреев, Н.А. Куцевич, О.В. Синенко. – М.: РТСофт, 2004. – 176 с.
2. Тарасов В.Б. Интеллектуальные SCADA-системы: истоки и перспективы / В.Б. Тарасов, М.Н. Святкина // Журнал «Наука и образование», МЕТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - №10 - С.3-15.
3. Грачев В.В., Венгер К.Г., Шипунов М.В. SCADA-системы: учебно-методическое пособие / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – С. 104.
4. Wonderware Corporation Руководство пользователя InTouch Wonderware.
5. GENESIS32 // GENESIS32 HMI/SCADA | ICONICS Software Solutions [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://iconics.com/Products/GENESIS32> – Загл. с экрана.
6. SCADA система SIMATIC WinCC Open Architecture / Журнал SIEMENS: 2013г. – С. 130-131.
7. Программное обеспечение ПО для диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) Vijeo Citect // Schneider Electric: 2018г. - №36400 – С. 2 -13.
8. MasterScada. Основы проектирования. Учебное пособие // ИнСАТ: 2016г. - 280 с.
9. Мезенцев А.А., Павлов В.М. САПР TRACE MODE 6: учебно-методическое пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 137 с.
10. Интегрированная SCADA КРУГ-2000 – основа распределенных систем управления // Электротехнический интернет-портал, 2019г. – С. 1-8.
11. Сокеты // Сетевое программирование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lecturesnet.readthedocs.io/net/low-level/ipc/socket/intro.html> – Загл. с экрана.

12. Ногербек Н.Д., Мальчуков А.Н. Обзор MVC веб-фреймворков // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г.: в 2 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — С. 106-107.
13. Симпсон К. Вы не знаете JS // O'Reilly Media: США, 2015г. — С. 88.
14. Прогрессивный JavaScript-фреймворк// Vue [Электронный ресурс].
- Режим доступа: <https://ru.vuejs.org> – Загл. с экрана.
15. Industrial Internet of Things – IIoT Промышленный интернет вещей // TAdviser - портал выбора технологий и поставщиков [Электронный ресурс].
- Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT_-_Industrial_Internet_of_Things_\(Промышленный_интернет_вещей\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT_-_Industrial_Internet_of_Things_(Промышленный_интернет_вещей)) – Загл. с экрана.
16. Янусов А.С., Сапожникова А.С., Рудко М.И. Применение web-технологий для удалённого управления объектами на примере умного дома // Современное состояние науки и техники: сборник трудов 9-й сессии международной мультидисциплинарной научно-практической конференции, Сочи, 14-23 Декабря 2018. – Сочи: Оптима, 2018 – С. 60-66.
17. Асинхронный веб, или Что такое веб-сокеты // Tproger – создано программистами для программистов – 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/what-are-web-sockets>.
18. WebSocket // Современный учебник Javascript [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://learn.javascript.ru/websockets>
19. WebSockets // Веб-документация MDN [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/WebSockets>
20. Янусов А.С., Курганов В.В. Применение Web-технологий в сфере автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспи-

рантов и молодых учёных, 3-7 декабря 2018 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники ; под ред. Д. М. Сонькина [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — С. 325-326.

21. Янусов А.С., Курганов В.В. Удаленное управление технологическими процессами с использованием web-технологий на примере ООО «Элком+» г. Томск // Научный журнал категории ВАК «Перспективы науки» — Тамбов: МОО «Фонд развития науки и культуры», 2019 — №1 С. 8-12.

22. SmartPTT SCADA // Удаленный контроль оборудования со SmartPTT SCADA | SmartPTT [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://smartptt.com/ru/products/smartptt-scada/> _ – Загл. с экрана.

23. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера://под ред. Проф. В.Ф. Панина. – М: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284с.

24. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

25. СанПиН 2.2.4.548–96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

26. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки».

27. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

28. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

29. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий».

30. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

31. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие/Амелькович Ю.А., Анищенко Ю.В., А. Н. Вторушина, М. В. Гуляев, М. Э. Гусельников, А.

Г. Дашковский, Т. А. Задорожная, В. Н. Извеков, А. Г. Кагиров, К. М. Костырев, В. Ф. Панин, А. М. Плахов, С. В. Романенко. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236с.

32. СНиП 23 – 05 – 95· «Естественное и искусственное освещение» (с изменением N 1) [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно – технической документации.

33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно – вычислительным машинам и организации работы»

34. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

35. ФЗ "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

36. ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.99 М 96-ФЗ [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

37. В.М. Нагорный, Г.М. Федоров. Организация работы комиссии по чрезвычайным ситуациям объекта / Под ред. В.В. Шевченко [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://irkobl.ru/sites/gochs/methods/files/metodica/metod_posobie_KCHS.pdf – Загл. с экрана.

38. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

Приложение А

(обязательное)

Раздел на иностранном языке

Раздел 1 SCADA-systems

Conclusion

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8AM71	Янусов Андрей Сергеевич		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Курганов В.В..	к.т.н.		

Консультант-лингвист:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Сидоренко Т. В.	к.п.н.		

1 SCADA-systems

1.1 General information

Now at many enterprises of industrial type and in the industry sharply there is a question of exact and timely management of technological processes and objects of any type.

To implement the solution of this issue, the world community has invented a system of Supervisory control and data collection, called SCADA-systems, which solve the following tasks:

- implementation of data exchange in real time via specific device drivers communication and control of objects;
- algorithmic or logical control;
- processing of information in real time;
- display of the technological process and other necessary information on the monitor screen in a clear and convenient form for human perception;
- database management real-time manufacturing information;
- alarm and control a worrying message;
- Preparation and generation of reports on the progress of the process;
- the implementation of network communication between the SCADA PCs and industrial facilities;
- communication with external applications (DBMS, spreadsheets, word processors, etc.);
- analysis and prediction of parameters coming from measuring devices.

The term "SCADA system" is used when referring to automated control systems, i.e. control and management systems carried out with the participation of a human dispatcher or operator.

In the normal course of the process, most of the control actions are performed automatically by PLC, based on their algorithms. The operator intervention mini-

formally and required, for example, by changing routes, modes, setpoints of the technological parameters. The role of the operator is reduced to monitoring the situation with the help of SCADA-system.

The first SCADA systems appeared in the USA in the 60s of the XX century. However, the most significant development of SCADA-system was in 70-80-ies of XX century with the development of hardware components, in particular microprocessor technology. The basic functionality of SCADA systems of the time match the capabilities of the first control computers equipped with monochrome alphabetical-numeric displays, in which the efforts of enthusiasts, developers often create a "graphical" image, the type of modern graphics. Modern SCADA-systems are well structured and are ready for use, according to the functions and all interfaces, a set of software products and auxiliary components.

1.2 Existing SCADA-systems

Currently, the world market offers a variety of product solutions implemented in the form of SCADA-systems. In the future, the most popular software products will be considered.

1.2.1 SCADA «InTouch» of Wonderware company

This software is one of the leaders in the Russian and foreign markets of SCADA-products used for automation of technological production.

The InTouch software package, like any SCADA package, consists of two main components - the development environment and the runtime environment. In the development environment, mnemonic circuits are created, input and output signals and parameters are defined and attached to the hardware, control algorithms are developed and operator rights are assigned. The application created in this way functions in the runtime environment.

In order for an application to communicate with the hardware, it is necessary to use a third component - a separate program called an I/o server. Typically, the I/o

server is designed for use with a specific type of equipment, such as industrial controllers. InTouch has a large number of ready-made I/o servers - more than 600. If necessary, you can also develop a new I/o server using the FactorySuite Toolkit. At the same time, I/o servers designed for data exchange according to certain industry standards are also used, and they can work with all controllers that meet this standard (for example, Modbus, ProfiBus, DeviceNet, etc.). Figure 1 shows a screenshot of the development of a mnemonic in InTouch.

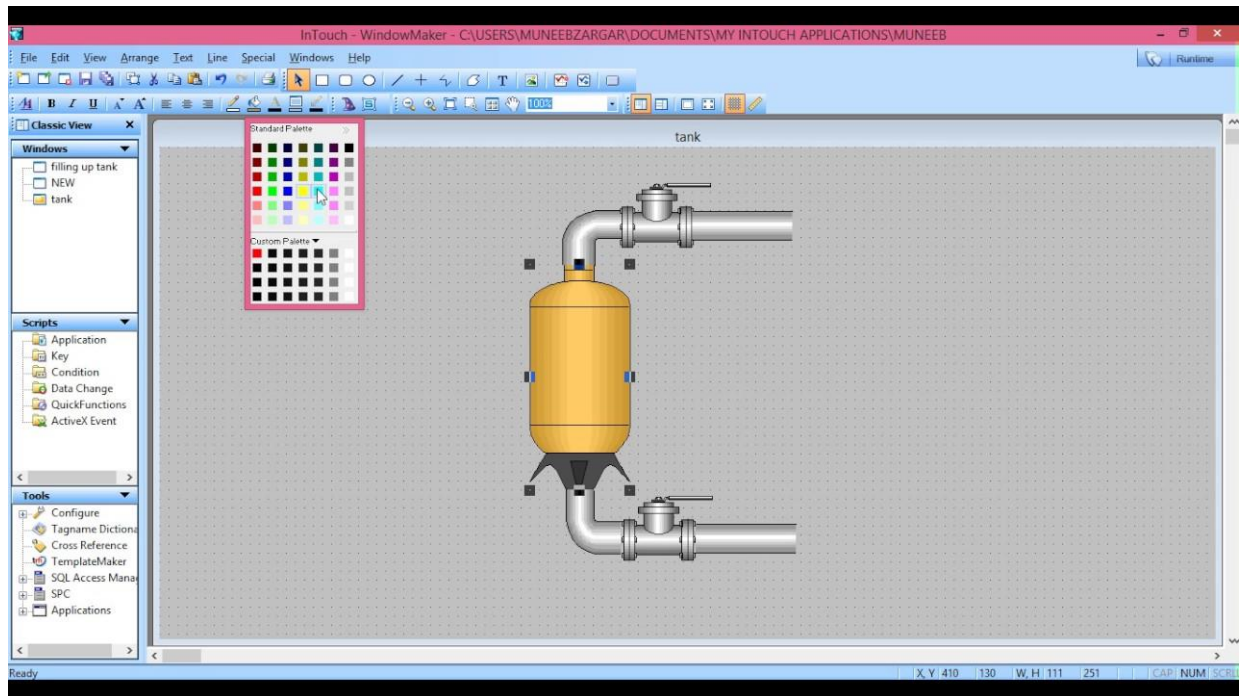


Figure 1 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA InTouch

1.2.2 SCADA «GENESIS32» of ICONICS company

GENESIS32 gained its fame thanks to the support of operating systems of 32 bits for Windows 95, Windows 98, and Windows NT, built in accordance with the specification of OPC, which is designed to create software for data collection and expeditious dispatch of top-level management of industrial systems by providing automation.

Genesis32 also includes the advanced VBA Scripting script editing environment, which provides the ability to develop part of the software by means of Microsoft Visual Basic for Applications 5.0 (Visual Basic for applications), which is included in the popular MS Office 97 package.

All software components are implemented on the basis of multithreaded model and support ActiveX technology. GENESIS32 includes the following applications that are OPC clients:

- GraphWorX32,
- TrendWorX32,
- AlarmWorX32.

GENESIS32 also provides the development environment scenario procedures, VBA Scripting. In addition, the package includes the security Config system administration server and the Persistent Trending background backup server.

GENESIS32 is one of the most striking examples of the implementation of SCADA-system that meets the common requirements.

Familiarity with the capabilities of the GENESIS32 package allows us to confirm that the components of its software components GraphWorX32, TrendWorX32 and AlarmWorX32 have the necessary functional completeness and balance of functions. They can work both automatically on different nodes of the local and/or global computer network, and together on one workstation. This ensures maximum flexibility and scalability of the system. Figure 2 shows a screenshot of the development of a mimic in GENESIS32.

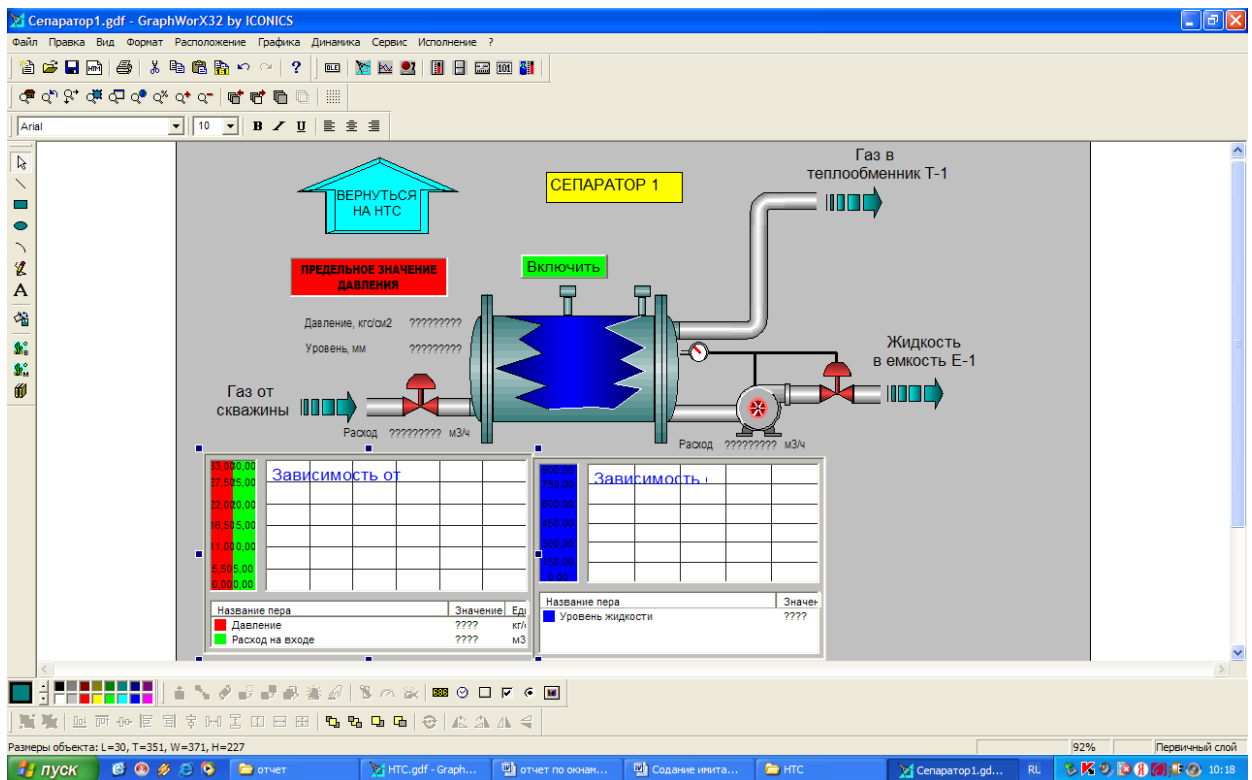


Figure 2 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA InTouch

1.2.3 SCADA «SIMATIC WinCC Open Architecture» компании Siemens

SIMATIC WinCC Open Architecture is a SCADA system for visualization and operational management of processes, production lines, machines and installations in all sectors of industrial production.

Distributed configuration allows to connect up to 2048 auto-nomic systems SIMATIC WinCC Open Architecture in one network. Each subsystem can be represented by a single or multi-user configuration with a normal or redundant structure.

SIMATIC WinCC Open Architecture is based on an object-oriented approach to the formation of process display screens and supported database structure. The object-oriented properties of WinCC OA and their consistent and balanced use allow the user to make the necessary changes. This allows you to achieve the highest savings in engineering costs.

To develop mimics, Simatic WinCC OA implements a modular architecture that allows the developer to conveniently switch between different tasks during development.

WinCC OA supports many libraries that speed up the development of any mimic in the shortest possible time. Figure 3 shows a screenshot of the development of the mnemonic circuit in WinCC OA.

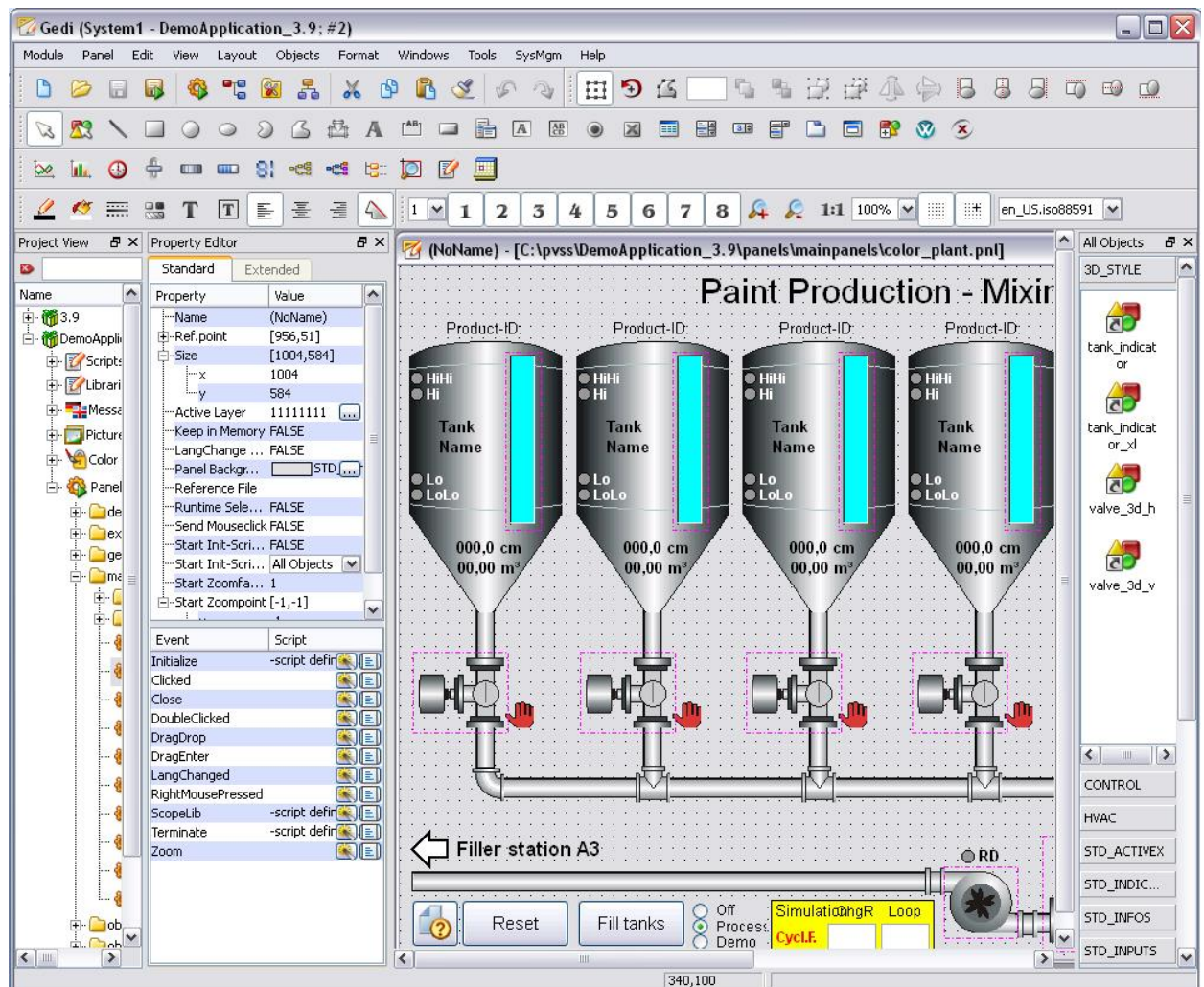


Figure 3 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA
SIMATIC WinCC OA

1.2.4 SCADA «Vijeo Citect» of Schneider Electric company

One of the distinguishing features of Vijeo Citect from other SCADA systems is the ability to select equipment templates that simplify and standardize the configuration of equipment in all projects and systems.

The advantage of templates is that you only need to configure each type of hardware once. Once a hardware configuration is created, it can then be reused without additional configuration and can be easily scaled up, which reduces the time to develop a specific system using Vijeo Citect, allows you to standardize the projects created with its help, and improve the consistency of their work.

Another functional aspect of Vijeo Citect is the hierarchy of equipment. This function allows you to present the process as a hierarchical structure. This facilitates the transition from a flat, tag-oriented system to an object-oriented one. Using the hardware hierarchy while the system is running allows you to view, sort, and filter tag lists. And thanks to the new variable tag browser, operators can search and select tag lists based on their various properties, for example, to display a list of tags with the mode of manual override of the tag value or with the mode of prohibition of writing to the tag.

SCADA "Vijeo Citect" demonstrates further development in the direction of open interfaces, which is a supporter of Schneider Electric. The software product has a standard library that includes commonly used controls such as tables, scroll-bars, and trees. Figure 4 shows a screenshot of the development of the mnemonic circuit in Vijeo Citect.

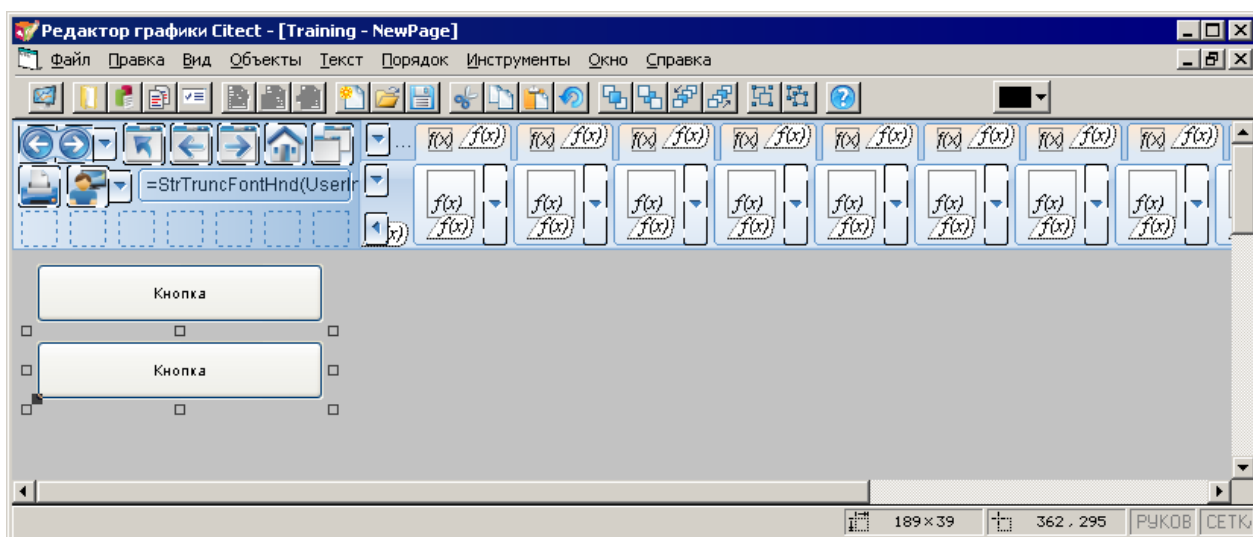


Figure 4 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA Vijeo Citect

1.2.5 SCADA «MasterSCADA» of ИHCAT company

SCADA-system "MasterScada" - system for process control, MES, accounting and dispatching tasks.

MasterScada is not just one of the modern SCADA - and SoftLogic-packages, it is a fundamentally new tool for the development of APCS. It implements the means and methods of project development, providing a sharp reduction in labor costs and improving the reliability of the system. This is the first system in our country in which an object-oriented approach to the development of APCS is implemented.

MasterScada is a full-featured PRO-gram SCADA package with extensible functionality. The package is built on a client-server architecture with the ability to function both in local networks and on the Internet. Reception and transmission of data and communications standards-based ORS is integrated into the kernel package. Maximum support for all standards (XML, HTML, ODBC, OLE, COM/DCOM, ActiveX, etc.) and open descriptions of interfaces and data formats provide all necessary opportunities for docking with external programs and systems. Figure 5 shows a screenshot of the development of the mnemonic circuit in MasterSCADA.

The main advantages of MasterScada for creation of automated process control systems and dispatching systems:

- a single development environment for APCS;
- separate configuration of the structure of the control system and the logical structure of the object;
- openness and adherence to standards;
- intuitive ease of learning;
- convenience of tools;
- convenience of development methods;
- powerful three-dimensional graphics and multimedia;
- unlimited flexibility computing power;
- powerful three-dimensional graphics and multimedia;

- unlimited flexibility computing power;
- object approach.

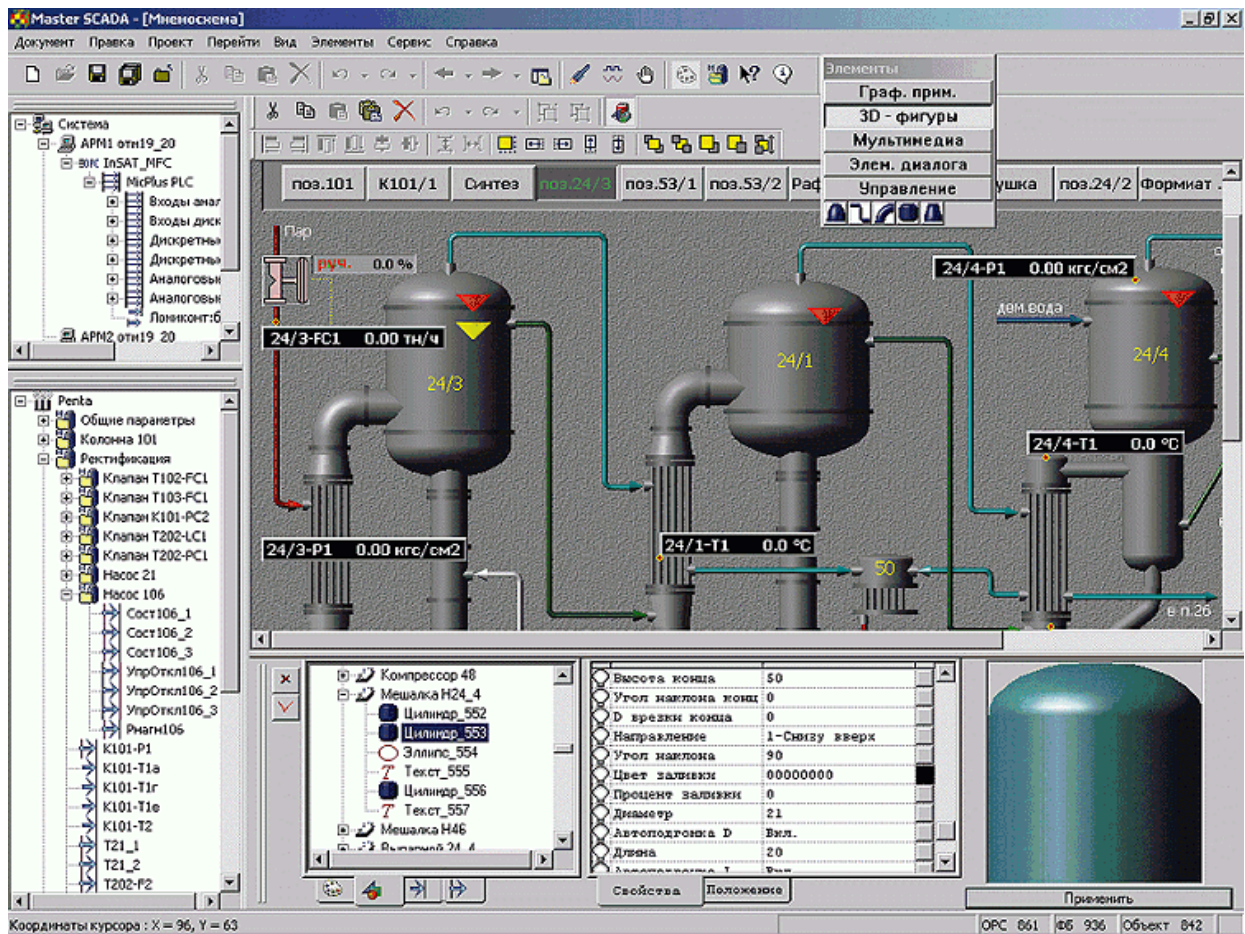


Figure 5 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA Master-SCADA

1.2.6 SCADA «Trace Mode» of AdAstrA Research Group

SCADA-system "Trace Mode" is based on 32-bit architecture, as well as SCADA "GENESIS32".

SCADA "Trace Mode" (AdAstrA, Moscow) is the biggest seller in Russia of a national software system for automation of technological processes (ACS TP), remote control, dispatching, accounting (ASKUE, GAZ) and building automation.

The fundamental points of the Trace Mode:

- the program includes built-in drivers for more than 2586 PLC and ODR. All drivers are supplied immediately and free of charge. No need to buy OPC server;
- a single tool for programming controllers and operators workstation technology avtostroenie project;
- scalability from 16 to 1,000,000 points of input/output. Special technologies for working with large projects;
- free instrumental system with unlimited time of use and with drivers for more than 2586 PLC and USO can be downloaded from the website;
- development tools remote control systems;
- the fastest real-time system;
- the fastest RW DBMS (over 1,000,000 records per second);
- high reliability. 100% backup of controllers, networks, interfaces, archives, arm with shockless restart;
- the largest libraries of ready-made components (more than 1000 PCs.);
- adaptive self-tuning of PID regulators based on the original Russian patented technology;
- not using legacy standards OPC and DCOM as internal interfaces;
- the best technical support;
- the largest free library of educational movies;
- made in Russia. Completely in Russian.

Trace Mode consists of an instrumental system and a set of additional modules (runtimes). The Tool system creates a set of files called "TRACE MODE project". With the help of SCADA Executive modules, the ACS project is launched in real time at the workplace of the dispatcher or operator.

The peculiarity of this software product is the "technology of a single line of programming", that is, the possibility of developing all ACS modules using a single tool. The technology of a single programming line allows to create human-machine interface, resource accounting systems, program industrial controllers and develop

a web-interface within the framework of one project. For this purpose, specialized editors are built into the TRACE MODE tool system, which allow visualizing technological information and the possibility of programming Programs of IEC 6-1131/3 standard. Figure 6 shows a screenshot of the development of the mnemonic circuit in Trace Mode.

Figure 6 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA «Trace Mode»

The modular integrated SCADA system "KRUG-2000" of Russian production is a tool for building automated control systems for facilities of enterprises, telecommunications systems, solving problems of energy accounting and dispatching. It is a 100% import-substituting product.

The SCADA manages the hazardous enterprises of such large companies as GAZPROM, ROSNEFT, SURGUTNEFTEGAZ, TRANSNEFT, T Plus, inter RAO, FORTUM, E. on Russia, etc.

SCADA system with numerous functions, such as distributed control systems, is used to create distributed control systems and allows the exchange of data with real-time controllers KRUG-2000 on internal, fault-resistant exchange protocols.

And without the functions of distributed control systems, it is used for co-building data collection and device management systems of various manufacturers using heterogeneous interfaces and exchange protocols, including OPC technologies. Figure 7 shows a screenshot of the development of the mnemonic circuit in KPYT-2000.

The main advantages of SCADA "KRUG-2000»:

- support for international standards and specifications: TCP/IP (UDP), MODBUS, IEC 60870-5-101/104, OPC DA/HDA, COM, DCOM;
- OPC server SCADA KRUG-2000 with the support of the DA and HDA
- extensive library of drivers for different devices;
- exchange with the user's file server;
- API database access, ODBC;
- data transfer to SQL server;
- tools for converting data to Excel, XML and ASCII formats – import/export configuration;
- control software a hundred-sided manufacturers via DDE, OPC, API;
- exchange with applications: API, DLL, COM, OLE.

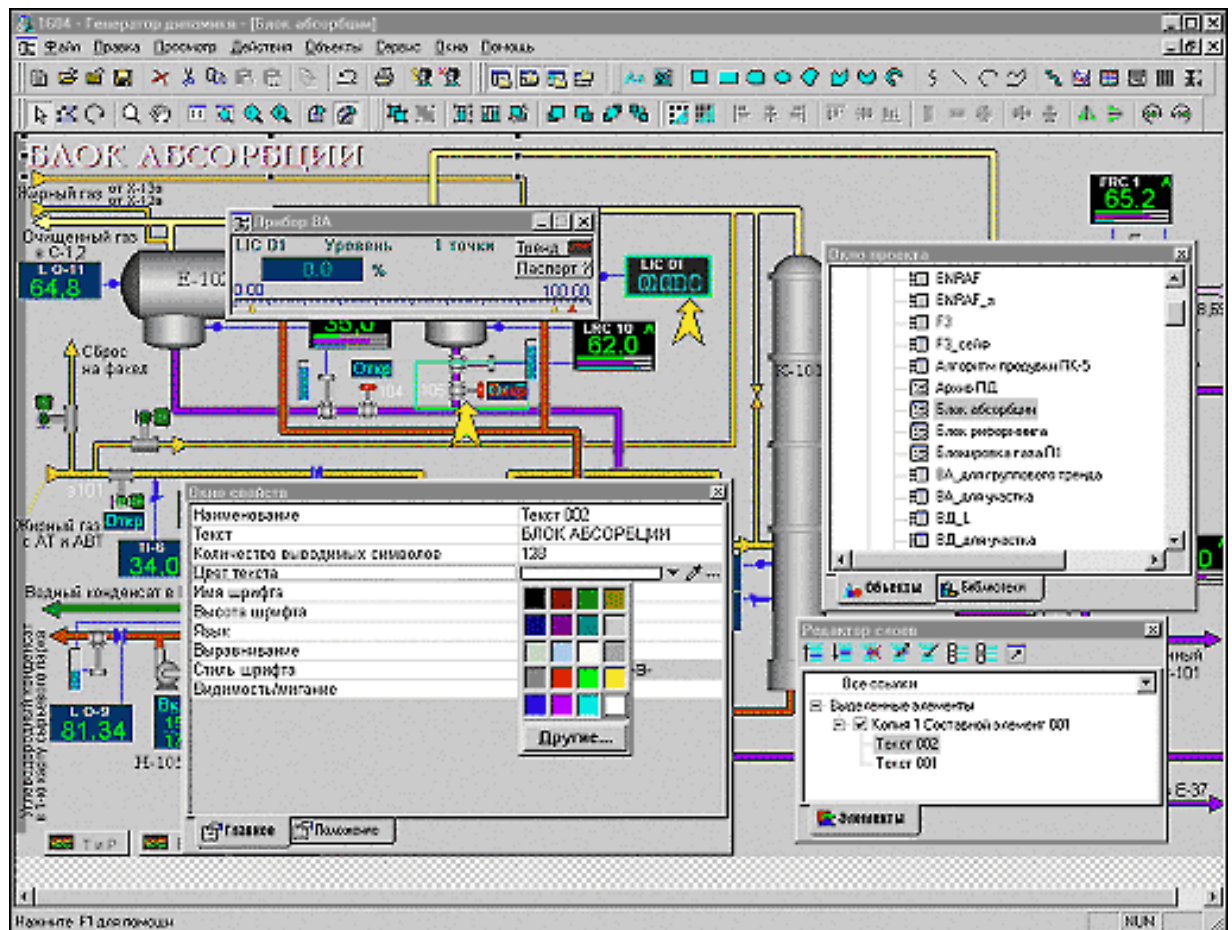


Figure 7 – Example of the development of a mnemonic circuit in SCADA «KPYT-2000»

1.3 Proposed solution

Most of the SCADA systems although go over time, but for entry into the world of WEB, they would require significant changes for reorganization of the interaction between software components that follows a complication of product support.

In this master's thesis, the proposed SCADA-system is the latest trend in the world of WEB-Technologies, the possibilities of which are not limited only to automated process control systems, but also this system has a huge potential for growth in MES-systems and ERP, as the world-wide WEB-Technologies are constantly evolving at an accelerated pace, as the world community is growing, and the developed SCADA-system has the ability to adapt to the needs of modern control systems.

Conclusion

During the final qualifying work, a software product was developed for the design of automated systems for the collection and processing of measurement information of distributed control objects.

The software product designed for operational control of parameters of local systems of control objects includes full access to all functionality through the WEB-interface through personal browsers of users.

The developed software includes the following architectural solutions:

- WEB-interface based on modern research of situational perception of human senses to display information and process control;
- server for processing and calculation of industrial data with subsequent recording in MS SQL database;
- MS SQL database;
- data conversion drivers from industrial data exchange protocols.

The main interaction between the components of the system is provided through the use of modern data transmission technology in the global Internet Web-Socket, which was emphasized in the development of software.

In the future, it is planned to add analytical functionality to create digital models of equipment for timely maintenance and more accurate control of technological processes.