

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



Институт электронного обучения  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование автоматизированной системы управления резервуарного парка нефтяного месторождения</b>

УДК 622.276:622.692.23:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Шахматов Иван Константинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Журавлев Д. В.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин Владимир Евгеньевич			

Томск – 2017 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за рискованную работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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



Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой СУМ

\_\_\_\_\_ Губин В.Е.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Шахматов Иван Константинович

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления резервуарного парка нефтяного месторождения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 22.04.2016 43/ОД

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2017 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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></p>	<p>Объектом исследования является резервуарный парк нефтеперекачивающего месторождения. Режим работы непрерывный. В резервуарном парке производится прием, хранение и отпуск нефтепродуктов.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание технологического процесса</li> <li>2 Выбор архитектуры АС</li> <li>3 Разработка структурной схемы АС</li> <li>4 Функциональная схема автоматизации</li> <li>5 Разработка схемы информационных потоков АС</li> <li>6 Выбор средств реализации АС</li> <li>7 Разработка схемы соединения внешних проводок</li> <li>8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС</li> <li>9 Разработка экранных форм АС</li> </ol>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio</li> <li>2 Перечень входных/выходных сигналов ТП</li> <li>3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio</li> <li>4 Схема информационных потоков</li> <li>5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab</li> <li>6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма</li> <li>7 Дерево экранных форм</li> <li>8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> <li>9 Обобщенная структура управления АС</li> <li>10 Трехуровневая структура АС</li> </ol>
--	---

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Журавлев Д. В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т21	Шахматов Иван Константинович		

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

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
03.06.2017 г.	Основная часть	60
01.06.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
06.06.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Журавлев Д. В.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В. Е.			

## Реферат

Пояснительная записка содержит 82 страницы машинописного текста, 21 таблица, 14 рисунков, 1 список использованных источников из 19 наименований, 9 приложений.

Объектом исследования является резервуарный парк нефтеперекачивающего месторождения.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы управления насосным агрегатом резервуарного парка нефтеперекачивающего месторождения с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Yokogawa CENTUM CS, с применением SCADA-системы GENESIS32

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ключевые слова: автоматизация, ПЛК, SCADA, АСУ ТП, КИПиА, резервуарный парк, насосный агрегат.

## Содержание

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки .....	8
Введение.....	10
Обзор литературы.....	11
Объект и методы исследования. ....	12
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	14
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	14
3.2 Анализ конкурентных технических решений .....	15
3.3 Технология QuaD .....	16
3.4 SWOT – анализ .....	18
3.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	19
3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	19
3.6 Разработка графика проведения научного исследования .....	20
3.7 Бюджет научно-технического исследования .....	22
3.4.1 Расчет материальных затрат .....	22
3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование .....	23
3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы.....	23
3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	24
3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	24
3.4.6 Накладные расходы.....	24
3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	25

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Определения

**автоматизированная система (АС)** – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

**интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)** – совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

**видеокадр:** область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

**мнемосхема:** представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

**мнемознак:** представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

**интерфейс оператора:** совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

**профиль АС:** определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.

**протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.):** набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

**технологический процесс (ТП):** последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

**архитектура автоматизированной системы:** набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.

**OPC-сервер:** программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

**тег:** метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

**modbus:** коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

### **Обозначения и сокращения**

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) –Человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

## Введение

На сегодняшний день разработка автоматизированных систем управления является неотъемлемой частью любого производства. Применение АСУ ТП в нефтегазовой отрасли помогает снизить стоимость нефтепродуктов, уменьшить использование энергоресурсов, а также снизить затраты на технический персонал.

Основное назначение резервуарного парка – это приём и хранение нефти. Автоматизация управления резервуарным парком поможет значительно уменьшить работу технического персонала, снизить затраты на ремонт оборудования за счёт увеличения межремонтного периода, а также увеличить качество нефтепродуктов, за счёт постоянного контроля за технологическими процессами, автоматизированное управление оборудованием и аппаратурой, а также быстрому устранению возникших неполадок системы или в случае аварийных ситуаций.

Важнейшими параметрами при подготовке нефти являются уровень нефти в резервуарах, давление в трубопроводе, а также температура. Автоматизация позволяет следить за данными показателями с помощью современных полевых датчиков и программируемых локальных контроллеров, а также позволяет регулировать эти параметры с помощью исполнительных механизмов.

Целями выпускной квалификационной работы является умение выполнять проекты автоматизированной компьютерной системы управления, выбирать и использовать технические и программные средства, математический аппарат и программное обеспечение при проектировании автоматизированных систем управления SCADA. Знание физических основ работы устройств АС, протоколов и интерфейсов систем автоматизации технологических процессов, требований ГОСТ по разработки технической документации проектов АС. Получение профессиональных навыков при разработке конструкторско-технической документации в электронной форме и использовании интернет ресурсов для поиска проектных решений.

## Обзор литературы

1. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. - Систематизированы сведения и нормативные материалы, необходимые для разработки проектов автоматизации технологических процессов. Во втором издании отражены изменения в нормативно-технических документах, учтены требования совершенствования и снижения трудоёмкости монтажных работ.

2. Комягин А. Ф. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с - В книге изложены принципы построения и узловые схемы систем автоматизации, выполненные на различных элементах автоматики: релейно-контактных, бесконтактных полупроводниковых и пневматических. Дано описание систем автоматизации газо- и нефтеперекачивающих агрегатов и различных установок газонефтепроводов, некоторых специальных приборов, применяемых в указанных установках. Приводятся общие сведения и элементы расчета надежности систем автоматизации, а также методика расчета экономической эффективности автоматизации газонефтепроводов.

3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с. Рассмотрены технические средства систем автоматизации и управления техническими объектами и техническими процессами такие, как управляемые преобразователи напряжения, контрольно-измерительные средства, исполнительные устройства

### **Объект и методы исследования.**

Резервуарный парк предназначен для приёма, хранения нефтепродуктов и их дальнейшей отгрузкой.

Задачи, которые решаются с помощью АСУ РП:

- удаленный контроль наполнения и опорожнения резервуаров
- удаленное управление задвижками на приемных и нагнетательных трубопроводах
- контроль параметров, обеспечивающих учет хранимой в резервуарах нефти
- удаленное управление насосами

Внедрение автоматизации позволяет решить целый ряд вопросов:

- сокращение затрат человеческого труда;
- повышение экономических показателей за счет более точного поддержания параметров и отсутствия аварийных ситуаций;
- управление системой при повышенной концентрации взрывоопасных газов;
- максимально возможный, точный учет нефти;
- обнаружение неполадок и предотвращение аварий.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Шахматов Иван Константинович

Институт	ИнЭО	Кафедра	Систем управления и мехатроники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Разработка НИР на этапы, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка технико-экономической эффективности проекта

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Георгиевич Артем			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Шахматов Иван Константинович		

### 3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

#### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие резервуарные парки для хранения и отпуска нефти и нефтепродуктов, товарно-сырьевые нефтебазы. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия, имеющие резервуарные парки I и II категории. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система контроля и управления приемом и хранением нефтепродуктов, а также автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса.

В таблице 8 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «Нефтестройпроект», «Б» - ОАО «ТомскНИПИнефть», «В» - ЗАО «ЭлеСи»

Таблица 8 – Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	А, Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средняя	А, Б, В	А, Б	В	В
	Крупная	Б, В	А	В	В

Согласно карте сегментирования можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

### 3.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 9). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП резервуарным парком, существующая система управления резервуарным парком, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 9 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП РП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП РП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
Удобство эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Надежность	0,11	5	2	5	0,55	0,22	0,55
Уровень шума	0,03	2	2	2	0,06	0,06	0,06
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2

Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	0	5	0,1	0	0,1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03
Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	63	52	67	3,54	2,71	3,53

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: цена разработки ниже, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации.

### **3.3 Технология QuaD**

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 10).

Таблица 10 – оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Оносительное значение	Средневзвешенное значение
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности	0,05	80	100	0,8	4
Удобство в эксплуатации	0,06	75	100	0,75	4,5
Помехоустойчивость	0,05	40	100	0,4	2
Энергоэкономичность	0,09	30	100	0,3	2,7
Надежность	0,11	95	100	0,95	10,45
Уровень шума	0,03	40	100	0,4	1,2
Безопасность	0,11	95	100	0,95	10,45
Потребность в ресурсах памяти	0,03	50	100	0,5	1,5
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	30	100	0,3	0,9
Простота эксплуатации	0,04	75	100	0,75	3
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	80	100	0,8	4
Ремонтопригодность	0,02	85	100	0,85	1,7
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,03	60	100	0,6	1,8
Уровень проникновения на рынок	0,03	20	100	0,2	0,6
Цена	0,06	85	100	0,85	5,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	80	100	0,8	5,6
Послепродажное обслуживание	0,05	75	100	0,75	3,75
Финансирование научной разработки	0,03	50	100	0,5	1,5
Срок выхода на рынок	0,04	30	100	0,3	1,2
Наличие сертификации разработки	0,02	10	100	0,1	0,2
Итого:	1				66,15

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 66,15, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

### 3.4 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 11.

Таблица 11 – SWOT-анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		С1. Экономичность и энергоэффективность проекта	С2. Экологичность технологии	С3. Более низкая стоимость	С4. Наличие бюджетного финансирования	С5. Квалифицированный персонал	Сл1. Отсутствие прототипа рпекта	Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров	Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ	Сл4. Отсутствие необходимого оборудования	Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования
Возможности	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	В2. Использование существующего программного обеспечения	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-
	В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях	0	-	+	0	-	-	-	-	-	-
	В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	+	0	+	0	-	-	-	-	-	-

Угрозы	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	-	-	-	-	-	+	+	0	0	+
	У2. Развитая конкуренция технологий производства	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0
	У3. Ограничения на экспорт технологии	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0
	У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

### 3.5 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер

	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

### 3.6 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице №6 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 13 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4

Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3

На основе таблицы 6 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 7 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 14 – План-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
			Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер													
3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер													
4		Руководитель													



Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер Yokogawa. CENTUM CS 3000	шт.	1	240 000	300000
Датчики давления Yokogawa EJA-E	шт.	6	73 000	503700
Уровнемер Kobold NUS-R-4	шт.	9	44 500	460575
Сигнализатор уровня Kobold NQ-1000	шт.	27	27 300	847665
Датчик расхода Yokogawa EJA-E	шт.	6	73 000	503700
Датчик температуры Kobold TWD-R	шт.	9	40 000	414000
Датчик загазованности СИГМА-03	шт.	1	64 000	76800
Датчик вибрации Monitran M1100I Series	шт.	6	46 500	348750
Клапан КМР	шт.	6	217 000	1627500
Электропривод Siemens SIPOS 5 Flash	шт.	6	167 000	1252500
Итого:				6335190

### 3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Siemens. В таблице 16 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 16 – расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Master SCADA	1	22 000	22000
итого:			22000

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 17.

Таблица 17 – основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Зарботная плата основная
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,5	2278,50	4	9113,98
Инженер	7800	0,3	0,5	1,3	18252	916,69	39	35751,00
Итого:								44864,99

#### 3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,09$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,65$$

#### 3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	9113,98	1367,09
Инженер	35751	5362,65
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	13459,49	2018,92

#### 3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные

расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (6335190 + 22000 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,16 \\ = 1027882,10 \text{ руб}$$

Где 0,015 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 19.

Таблица 19 – расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	6335190
2. Затраты на специальное оборудование	22000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15478,42
6. Накладные расходы	1027882,10
7. Бюджет затрат НИИ	7452145,25