

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники(ИШИТР)
 Направление подготовки - 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники(ОАР)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы | | | |
|--|-----------|---------|------|
| Автоматизированная система управления насосной станции сепаратора | | | |
| УДК 681.51:622.276.53 | | | |
| Обучающийся | | | |
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 158Т92 | Фэн Ифань | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Громаков Е.И | к.т.н, доцент | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Былкова Т.В. | к.э.н | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|------------------------|---------|------|
| Профессор | Сечин А.И. | д.т.н. | | |

Нормоконтроль (при наличии)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кучман А.В. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Скороспешкин М. В. | к.т.н | | |

Томск–2023г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

По направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|---|---|
| Универсальные компетенции | |
| УК(У)-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| УК(У)-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК(У)-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде |
| УК(У)-4 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах) |
| УК(У)-6 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах |
| УК(У)-7 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |
| УК(У)-8 | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций |
| УК(У)-9 | Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда |
| ОПК(У)-2 | Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности |
| ОПК(У)-3 | Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-4 | Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения |
| ОПК(У)-5 | Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-1 | Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, |

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|-----------------|---|
| | диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования |
| ПК(У)-2 | Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий |
| ПК(У)-3 | готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств |
| ПК(У)-4 | Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования |
| ПК(У)-5 | Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| ПК(У)-6 | Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа |
| ПК(У)-7 | Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и |

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|-----------------|--|
| | систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем |
| ПК(У)-8 | Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством |
| ПК(У)-9 | Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления |
| ПК(У)-10 | Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления |
| ПК(У)-11 | Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования |
| ПК(У)-18 | Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством, |
| ПК(У)-19 | Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств |

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|------------------------|--|
| | автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами |
| ПК(У)-20 | Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций |
| ПК(У)-21 | Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством |
| ПК(У)-22 | Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения |



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 - 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение - Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Громаков Е.И.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------|
| 158Т92 | Фэн Ифань |

Тема работы:

| | |
|--|--|
| Автоматизированная система управления насосной станции сепаратора | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| <p>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></p> | <p>Объектом проектирования является автоматизация насосной станции сепаратора.</p> <p>Оборудование должно соответствовать требованиям, применяемым в нефтегазовой отрасли.</p> <p>Разрабатываемая модель контура регулирования должна иметь оптимальные параметры переходного процесса.</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> | <p>Описание технологического процесса, разработка структурной схемы АС, разработка функциональной схемы автоматизации, выбор средств реализации АС, разработка схемы внешних проводок, выбор алгоритмов управления.</p> |
| <p>Перечень материала графического</p> | <p>Функциональная схема автоматизации, схема информационных потоков, схема внешних проводок, ММ алгоритма регулирования уровня.</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> | |
| Раздел | Консультант |

| | |
|---|----------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Былкова Татьяна Васильевна |
| Социальная ответственность | Сечин Александр Иванович |
| Нормоконтроль | Кучман А.В. |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Громаков Евгений Иванович | к.т.н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------|---------|------|
| 158Т92 | Фэн Ифань | | |



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 – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования – бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения – Весенний семестр 2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО |
|--------|-----------|
| 158Т92 | Фэн Ифань |

Тема работы:

Автоматизированная система управления насосной станции сепаратора

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 27.05.2023 г. | Основная часть ВКР | 60 |
| 30.05.2023 г. | Раздел «Социальная ответственность» | 20 |
| 30.05.2023 г. | Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 20 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Громаков Е.И. | К.Т.Н. | | |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОАР ИШИТР | Скороспешкин М. В | К.Т.Н. | | |

Обучающийся:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----------|---------|------|
| 158Т92 | Фэн Ифань | | |

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

Обучающийся:

| | |
|---------------|------------|
| Группа | ФИО |
| 158Т92 | Фэн Ифань |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|--|
| Школа | ИШИТР | Отделение | ОАР |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств |

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

| | |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Среднерыночные цены РФ для определения стоимости материальных ресурсов. Нормативные документы НИ ТПУ, ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» для определения оплаты труда исполнителей проекта. |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | Районный коэффициент 30 %. |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30 %. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Оценить потенциальных потребителей исследования, проанализировать конкурентных решений. Предложить возможные альтернативы проведения НИ. |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Представить план этапов работ, определить трудоёмкость, сформировать бюджет НИ. |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Определить интегральные показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности разработки. Рассчитать сравнительную эффективность проекта. |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. 2. Морфологическая матрица 3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей 4. Временные показатели проведения НИ 5. Бюджет НИ 6. Оценка характеристик вариантов исполнения 7. Сравнительная эффективность разработки.

| | |
|---|--------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.03.2023.г |
|---|--------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| доцент ОСГН, ШБИП | Былкова Татьяна Васильевна | к.э.н | | 01.03.2023.г |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| | | | |
|---------------|------------|----------------|--------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 158Т92 | Фэн Ифань | | 01.03.2023.г |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающийся:

| | |
|---------------|------------|
| Группа | ФИО |
| 158Т92 | Фэн Ифань |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|--|
| ШКОЛА | ИШИТР | Отделение | О А Р |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств |

Тема дипломной работы: «Автоматизированная система управления насосной станции сепаратора»

| | |
|--|---|
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | <p>Объектом исследования является автоматизированная система управления насосной станции. Рабочая зона оператора АСУ ТП располагается в диспетчерской за персональным компьютером.</p> <p>Область применения объекта исследования – производство, занимающееся добычей, подготовкой и транспортировкой нефти.</p> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 4.1 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. | <p>Приводится перечень НТД, используемой в данном разделе.</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [11]</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [13]</p> <p>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [13]</p> <p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [14]</p> |
| 4.2 Производственная безопасность 4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия | 1.Отклонение показателей микроклимата 2.Превышение уровня шума 3.Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Повышенное значение электромагнитного излучения |
| 4.3 Экологическая безопасность | Вредные вещества: продукты сгорания попутного газа, выбросы нефти. Источники: факел, резервуары с нефтью, сепараторы. |
| 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара. |

| | |
|---|--------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 26.02.2023г. |
|---|--------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Профессор | Сечин Александр Иванович | д.т.н. | | 26.02.2023г. |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| | | | |
|---------------|------------|----------------|--------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 158Т92 | Фэн Ифань | | 26.02.2023г. |

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 16 |
| 1 Техническое задание | 18 |
| 2 Технологический процесс | 19 |
| 3 Автоматическое управление системой | 23 |
| 3.1 Структурной схема АСУ | 24 |
| 3.2 Функциональная схема автоматизации | 26 |
| 3.3 Схема потока информации | 27 |
| 3.4 Выбор инструментов АСУ | 28 |
| 3.4.1 Выбор оборудования управления | 28 |
| 3.4.2 Выбор датчика температуры | 29 |
| 3.4.3 Выбор датчика давления | 30 |
| 3.4.4 Выбор датчика уровня | 32 |
| 3.5 Схема внешней. проводки | 33 |
| 3.6 Автоматический алгоритм регулирования | 34 |
| 3.7 Пример расчетов передаточных функций | 35 |
| 3.8 Алгоритм автоматического регулирования технологического парамстра | 36 |
| 3.9 Создание модели в пакете Simulink | 40 |
| 4 Социальная ответственность | 42 |
| 4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 42 |
| 4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства | 42 |
| 4.1.2 Эргономические требования к рабочему месту | 43 |
| 4.2.Производственная безопасность | 44 |
| 4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов | 44 |
| 4.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата | 44 |

| | |
|--|----|
| 4.2.1.2 Превышение уровня шума | 46 |
| 4.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны | 46 |
| 4.2.1.4 Повышенное значение электромагнитного излучения | 48 |
| 4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего) | 48 |
| 4.3 Экологическая безопасность | 50 |
| 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 53 |
| 4.4.1 Пожарная безопасность | 53 |
| 4.5 Заключение | 55 |
| 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... | 56 |
| 5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 56 |
| 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования | 56 |
| 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений | 56 |
| 5.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований | 58 |
| 5.3 Планирование научно-исследовательских работ | 59 |
| 5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования | 59 |
| 5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ | 61 |
| 5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) | 63 |
| 5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования | 66 |
| Заключение | 68 |
| Список используемых источников | 69 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 71 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 72 |

Реферат

Выпускная квалификационная работа 72 с., 14 рис., 22 табл., 15 источников, 2 прил.

Ключевые слова: насосная станция, автоматизация, нефть, газ, резервуар, сепаратор, ПИД-регулятор, контроллер, датчик.

Объектом исследования является автоматизация насосной станции сепаратора.

Цель работы –разработка автоматизированной системы управления насосной станции с использованием современного оборудования для увеличения производительности и надежности станции, а также снижения затрат на обслуживание. Система управления разработана с использованием ПЛК.

В результате исследования, необходимого для реализации системы, разработаны схемы: функциональная, внешних проводок. Разработана математическая модель контура регулирования.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016, схемы разработаны в Microsoft Visio 2016, презентация создана в Microsoft PowerPoint 2016.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система (АС): Совокупность аппаратных и программных средств, используемых при управлении процессами в рамках технологического процесса;

интерфейс: Набор правил и средств, обеспечивающих нормальное взаимодействие между устройствами, программными системами, а также между системой и пользователями;

программируемый логический контроллер: Микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, обработки, преобразования, хранения информации и выработки команд управления в реальном времени;

объект управления: Система, на которую направлены управляющие воздействия с ПЛК;

тег: Дескриптор, который применяется для группирования, поиска, описания данных и задания внутренней структуры;

автоматизированная система управления технологическим процессом: Комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-либо его участке, выпускающем относительно завершенный продукт;

нефтегазовый сепаратор: Устройство, в котором нефть отделяется от попутного газа (или вода отделяется от нефти) за счет различной плотности жидкостей.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

АСУ – автоматизированная система управления;

ТП – технологический процесс;

НС – насосная станция;

УБС – установка блочная сепарационная;

КСУ – конечная сепарационная установка;

РВС – предварительного сброса воды;

УКПН – установка комплексной подготовки нефти;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ППД – поддержание пластового давления;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПО – программное обеспечение;

БМА – блок местной автоматики;

ИМ – исполнительные механизмы;

КТС – комплекс технических средств;

ВМ – вычислительная машина (промышленный контроллер).

Введение

Автоматизированные системы нефтегазовой промышленности очень сложны в разработке и внедрении приложений. Конкуренция на рынке растет. Нефтегазовая промышленность использовала огромные ресурсы, используя технические характеристики компьютерных систем и процессов. Но из всех трудностей автоматизации существование нефти и газа необходимо.

КИПиА (комплекс измерительных приборов и автоматики) насосной станции - это средства автоматического контроля и управления насосной станцией, включающая в себя измерительные приборы, контроллеры, сенсоры, и исполнительные механизмы и другие элементы автоматизации.

Основная задача автоматизации насосной станции - обеспечивать надежную и безопасную работу насосного оборудования, а также контролировать параметры жидкости (например, давление, расход, температуру), обеспечивая оптимальные условия для работы оборудования и достижение требуемых показателей поставки жидкости.

Кроме того, автоматизация насосной станции позволяет оперативно реагировать на аварийные ситуации и принимать меры по их устранению, а также обеспечивает мониторинг и анализ работы оборудования, что позволяет повысить его эффективность и снизить риски возникновения аварий.

КИПиА насосной станции является основой автоматизации процессов подъема и транспортировки жидкостей в различных отраслях промышленности, на сельскохозяйственных предприятиях и в коммунальном хозяйстве.

Преимущество автоматизированной системы состоит в том, что она обладает способностью комбинировать все операции в одну программу и управлять ими с помощью удаленного управления устройством. Сложные системы, представленные простым, удобным способом для памяти, снижают стоимость обучения.

Автоматизированные системы повышают качество конечной продукции, более строгие и точно соблюдают условия технологического

процесса. Эффективное повышение конкурентоспособности и рентабельности продукции и устойчивого производства.

1 Техническое задание

Техническое задание (ТЗ) – документ или несколько документов, которые используются для определения цели проекта, структуры, природы и методов, а также для устранения неоднозначности различных исполнителей [1,2]. Другими словами, это инструмент общения между клиентом и исполнителем, который помогает наладить общение посредством создания абстрактного элемента видения, чувства и знания внутри клиента[3].

Сфера полномочий создается на ранних стадиях проекта после ратификации его бизнес-дел. Ее основная функция заключается в информировании клиентов о характере проектов (услуг или продуктов), формировании базовых[4] решений в будущем и создании объективных стандартов, с помощью которых можно определить степень и качество выполнения конкретных рабочих проектов. Чтобы соответствовать этим критериям, сфера полномочий включает и определяет:

- видение проекта, цели, результаты (что должно быть достигнуто);
- заинтересованные стороны, их роль и ответственность (кто будет участвовать);
- потребности в ресурсах и деньгах (чего они достигнут);
- иерархия и график выполнения работы (когда она завершена) [5].

Кроме того, сфера полномочий может включать факторы успеха, возможные риски и ограничения[6]. После составления, оно было представляется клиенту для утверждения или модификации. Все изменения, добавления и уточнения в формулировке сферы полномочий ратифицируются клиентом. При подписании контракта сфера полномочий становится неотъемлемой частью контракта, в некоторых случаях юридическим документом.

2 Технологический процесс

Нефть из группового измерительного устройства попадает в газоотделитель нефти, где сначала должна быть отделена. Позже нефть поступает на завод для насосов и нефтепроводов. После разделения давления газ попадает в коллектор через узел управления давлением. Газ поступает на завод или на нефтеперерабатывающий завод. Электромагнитный расходомер используется для измерения потребления газа. Уровень нефти в нефтяном и газовом сепараторах измеряется плавучими средствами и электроприводом в высоковольтной трубе. Когда уровень жидкости в газоотделителе выше самого высокого уровня, датчик уровня передает сигнал на силовой привод насоса и включает его. В результате уровень жидкости в газоотделителе нефти падает. Когда достигается минимальный допустимый уровень он выключается и это приводит к увеличению уровня жидкости.

На НС используется горизонтальный газоотделитель нефти. Упрощенная структура горизонтального сепаратора показана на рисунке 1.

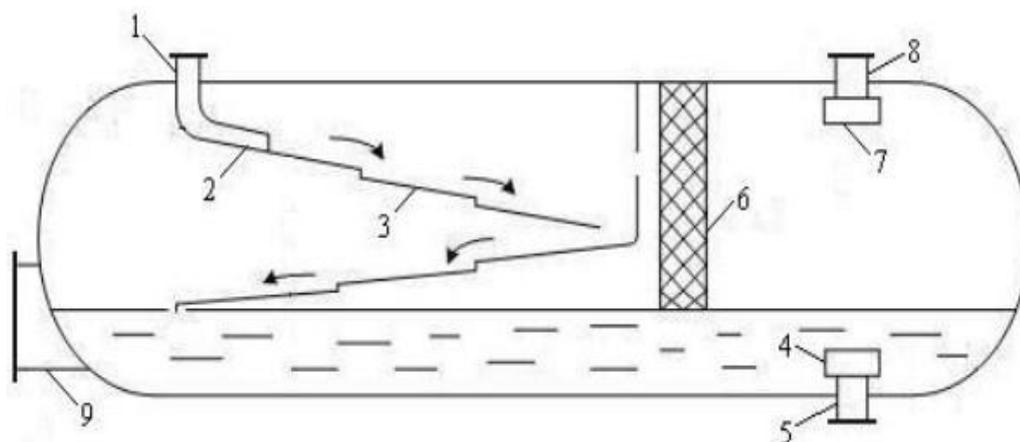


Рисунок 1. – Схема горизонтального сепаратора.

На рисунке 2. горизонтальный сепаратор.

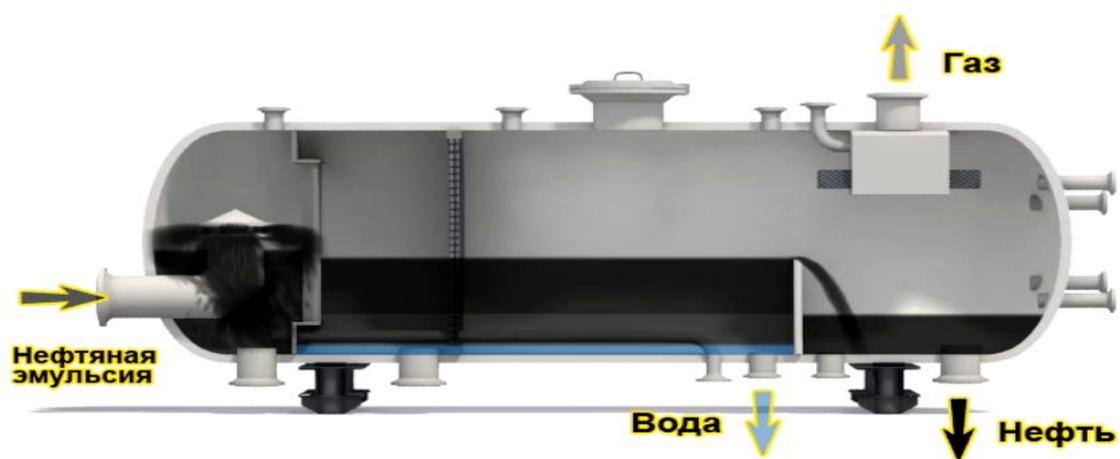


Рисунок 2. – горизонтальный сепаратор

Дренажные емкости (рисунок 3) используются для хранения и сбора нефтедобывающей продукции в нефтяной и коксовой промышленности в качестве резерва для технической системы для хранения различных едких жидких веществ (нефть, машинное масло, дизельное топливо, трансформаторное масло, бензин, щелочь, кислота и т.д. Следует отметить, что они не используются для слива сжиженных углеводородных газов СУГ.



Рисунок 3 – дренажной емкости

Учет газа – это система, которая позволяет отслеживать и контролировать использование газа в доме или на промышленном объекте. Она может быть реализована различными способами, включая:

- установка газовых счетчиков, которые могут импульсно, автоматически или вручную производить расчет потребления газа;
- использование систем автоматического контроля и управления, которые позволяют отслеживать и регулировать уровень потребления газа в режиме реального времени;
- внедрение систем мониторинга и диагностики, которые позволяют выявлять возможные проблемы с газовыми системами и предотвращать аварийные ситуации.

Учет газа является важным фактором для обеспечения безопасности при использовании газа и минимизации его потребления. Он также может быть необходим для отслеживания расходов на газ и определения эффективности систем отопления и горячего водоснабжения.



Рисунок 4 – Учета газа

Состав оборудования узла учета газа:

- главный узел учета газа;

- газовый счетчик;
- регулятор давления газа;
- запорная арматура;
- перепускной клапан;
- измерительные трубки;
- манометры;
- электронный или механический регистратор показаний;
- компьютерная программа для обработки данных.

Каждое устройство должно соответствовать техническим требованиям нефтегазовой промышленности для предотвращения воздействия внешних возмущений и температуры. При монтаже и сборке особое внимание уделяется взрывоустойчивости и пожарной безопасности.

Современные системы измерения газа имеют решающее значение для полного контроля расхода природного топлива.

Основные функции НС:

- всасывание и бесперебойная подача воды;
- ее подача под постоянным давлением;
- поддержание созданного давления воды на постоянном уровне.

В настоящее время ручное управление системой постепенно отстывает. Основная задача проектируемой системы управления — переключение с ручного управления на автоматическое управление.

Разрабатываемая система будет обеспечивать:

- получение измерений параметров процесса из сенсоров оборудования и информации;
- крайний предел для защиты технических устройств и параметров процесса в чрезвычайных ситуациях;
- удаленный контроль технологического процесса;
- контроль технических параметров регулирования;
- запись данных;
- подготовка отчет;

- запись процесса;
- технология визуализации в реальном времени в автоматизированной операционной среде.

3 Автоматическое управление системой

В ПЗ ВКР должно быть разработано:

- структурная схема автоматизированной системы;
- функциональная схема автоматизации процесса;
- исследование САР;
- внешняя проводка;
- разработано программное обеспечение для автоматического управления системой;
- установлены компоненты и датчики для сбора данных о состоянии системы;
- настроены алгоритмы автоматического управления системой на основе анализа собранных данных;
- проведено тестирование функционирования системы в различных условиях;
- созданы механизмы автоматической диагностики и сбоя системы для быстрого реагирования на неполадки;
- установлены соответствующие системы защиты информации и безопасности;
- обучены сотрудники, ответственные за работу системы, ее обслуживание и проведение диагностики.

Также необходимо выбрать необходимое оборудование для реализации АСУ.

3.1 Структурной схема АСУ.

Объектом является автоматизация насосной станции сепаратора.

Автоматизированная система НС состоит из трех уровней:

- полевого уровня (нижнего), в состав которого входят насосы, оборудование задвижки с электроприводами, датчики давления воды, датчик температуры воздуха, датчики положения и т.д.), а также электрические конвекторы;

- контроллерного уровня (среднего), в состав которого входит шкаф управления (ШУ);

- уровня диспетчерского управления (верхнего), в состав которого входит автоматизированное рабочее место оператора (АРМ).

Обмен информацией (сигналами, технической информацией, командами) между ШУ и АРМ может осуществляться через беспроводное соединение посредством цифровых технологий передачи данных для сотовой связи (3G/UMTS или GPRS).

Контроль и управление процессом может осуществляться обслуживающим персоналом как непосредственно с ШУ, так и с АРМ дистанционно.

АСДУ НС обеспечивает несколько режимов управления инженерным оборудованием:

- ручное управление - оператор вручную выставляет значения параметров оборудования с АРМ оператора;

- автоматическое управление - система автоматически контролирует значения параметров оборудования, реагируя на изменения внешних условий и поддерживая заданный режим работы или с панели управления нового ШУ;

- оперативное управление - оператор быстро и эффективно реагирует на возникшие аварийные ситуации и принимает меры по их нейтрализации;

- дистанционное управление - оператор управляет оборудованием, находясь в удалении от него, через систему передачи управляющих сигналов.

В случае автоматического управления программируемый контроллер, установленный в ШУ, реализует рабочий процесс оператора. Неисправность ПК или линия связи между АРМ и ШУ не приведут к отключению системы. Оперативная информация и команды могут быть получены через локальное отображение и панель управления, размещённая на ШУ.

Основная цель разработки АСДУ, являются:

увеличение производительности производственных процессов, повышение качества продукции, уменьшение доли отходов, снижение затрат на энергоносители и сырье, обеспечение безопасности производства и персонала, улучшение управляемости производством и сокращение времени цикла производства. Также одной из целей может быть увеличение гибкости и адаптивности производства к изменяющимся потребностям рынка и клиентов.

- включить и остановить насос по приказу оператора;
- открыть и выключить болты в режиме автоматического или ручного управления;
- постоянное наблюдение и анализ изменений параметров при приближении к критическому значению;
- предупреждение состояния цели: технические параметры отклоняются от указанного диапазона звука и светового сигнала;
- постоянный контроль над параметрами процесса: измерение технических параметров, сбор данных, предоставление оператору информации о технологических процессах;
- использовать панель управления ШУ для управления механизмом исполнения (ручное управление в процессе настройки устройства);
- автоматическое управление параметрами, контроль режима для поддержания нормативных величин его установленного уровня;
- запись событий (запуск, остановка и т.д.), измерение параметров, несчастный случай;

- автоматическое диагностическое и диагностическое оборудование, контролирующее параметры базовых сенсоров;

- запись, хранение и хранение технических параметров, измеряемых в реальном времени, а затем представление значения вызова записи в виде тренда.

АСДУ НС осуществляет выполнение общих функций:

- проблема с рабочим статусом инженерного оборудования;

- автоматическое управление всеми механическими устройствами контролируемых инженерных устройств (насосы, болты и т.д.) и отображение их реального состояния и положения;

- индивидуальное и коллективное транспортное оборудование по приказу оператора;

- автоматическое обнаружение чрезвычайных ситуаций, принятие мер для поддержания функционирования оборудования и выхода из чрезвычайных ситуаций, чтобы избежать их;

- автоматическая передача на АРМ аварийных и предупредительных сигналов, зарегистрированных и проверенных оператором и обратной связи;

- оператору необходимо удаленно измерить параметры и инженерный контроль мониторинга и предотвратить различные чрезвычайные и опасные ситуации.

3.2 Функциональная схема автоматизации

Функциональные программы автоматизации отражают основные технические решения в разработке. На функциональной диаграмме показаны технические устройства, автоматические системы регулирования, автоматизированные компоненты системы подключения [7], автоматические системы управления, системы регулирования и компоненты соединения.

Все элементы были обозначены как условные маркеры в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. [8].

Схема автоматизированной насосной станции следующие:

- давление нефти на выходе нефтегазового сепаратора;
- уровень жидкости в нефтегазовом сепараторе;
- перепад давление газа на узле регулирования давления;
- температура на насос;
- расход газа /час;
- расход нефти /час;
- блок управления.

Требования к функциональным характеристикам установлены в ПЗ-04 СД-038.01 .

3.3 Схема потока информации

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки [9]. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

DAV – давление; TEM – температура; URV – уровень; VIB - вибрация;

BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа,

NA1 – насосный агрегат НА-1; NA2 – насосный агрегат НА-2; PNS – подпорная насосная станция; REZ – резервуар; S01 – сепаратор С-1; F01 – печь П-1; BP1 – кустовой трубопровод 1;

CCCC – уточнение, не более 4 символов,

FRE – корпус двигателя; NEFT – нефть; VODA – подтоварная вода; OBE – обмотки двигателя; VH – вход; VwH – выход; GAS – газ;

DDDDD – примечание, не более 5 символов,

UPR – регулирование; AVARH – верхняя аварийная сигнализация; PREDH – верхняя предупредительная сигнализация; PREDL – нижняя предупредительная сигнализация.

В этом представлении "_" означает "не имеет значения". Просто отделять одну часть идентификатора от другой. Пример кодировки сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка сигналов в SCADA-системе

| Кодировка | Расшифровка кодировки |
|-----------------------|---|
| URV_R.EZ_NEFT | уровень нефти в резервуаре |
| URV_R.EZ_NEFT._AV.ARH | Верхний предельный уровень нефти в резервуаре |
| TEM_R.EZ_NEFT. | температура нефти в резервуаре |
| TEM_NA1_OBE. | температура обмоток двигателя Н.А-1 |
| VIB_N.A1_.FRE | вибрация корпуса двигателя НА-1 |

3.4 Выбор инструментов АСУ.

Выбор необходимого оборудования в основном производится в России, так как приобретение оборудования за рубежом обходится дороже. Выбираются приборы с международным стандартом сертификации, с длительным обслуживанием и долгосрочным сроком годности.

3.4.1 Выбор оборудования управления

Siemens Simatic S7 1500 представлен на рисунке 5. Этот контроллер является старшим контроллером, разработанным исключительно для сложных и средних автоматизированных миссий с наилучшей производительностью, высокой совместимостью и оперативной

синхронностью. У них есть несколько коммуникационных интерфейсов. Повышенная безопасность обеспечится назначением пароля доступа, что предотвращает несанкционированное копирование и встроенную системную диагностику. Производитель предлагает решения для распределённых систем ввода/вывода и создания компьютерных систем управления.



Рисунок 5 – Siemens Simatic S7 1500

3.4.2 Выбор датчика температуры

Выбор температурных датчиков должен соответствовать следующим характеристикам:

- погодным условиям применения;
- погрешности измерения;
- выбираемому интерфейсу для телекоммуникации сигнала;
- гарантийному сроку службы.

Выбор датчика температуры выполнялся из следующих типов приборов: Элемер ТС-1187Exd, Элемер ТП-2187.Exd, Метран.-270. В таблице 2 приведены сравнительные характеристики датчиков температуры.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика датчиков температуры

| Техническая характеристика | Значение | | |
|----------------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| Датчик | Элемер ТС-1187.Exd | Элемер ТП-2187.Exd | Метран.-270 |

| | | | |
|---------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|
| Первичный преобразователь | Pt100 | ХА(К) | Pt100. (ТСП), 100М (ТСМ), К. (ТХА) |
| Диапазон преобразуемых температур | от -50 до 350 °С | от -40. до 375. °С | от -50 до 1000. °С |
| Выходной сигнал | (4 - 20)мА | (4 - 20)мА | (4 - 20)мА |
| Степень защиты от внешних воздействий | IP 68. | IP 65. | IP 65. |
| Электрическая защита | класс III | класс III | класс III |
| Гарантийный срок службы | 6 лет | не меньше 6 лет | не меньше 6 лет. |

Проанализировав сравнительные характеристики, был сделан выбор в пользу датчика Элемер ТП-2187.Exd, так как у него было несколько преимуществ перед другими: из всех сенсоров, наиболее эффективными являются внешние эффекты.

Датчика температуры приведена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Элемер ТП-2187.Exd

3.4.3 Выбор датчика давления

Выбор давления датчиков должен соответствовать следующим характеристикам:

- типу давления;
- диапазону давления;
- погрешности-входной выходного сигнала;
- гарантийному сроку службы;
- относительной приведенной погрешности.

Выбор датчиков давления выполнен из следующих типов приборов: Элемер АИР-20/М2-Н, ЭНИ-100 и Элемер-100. В таблице 3 приведены сравнительные характеристики этих датчиков давления.

Остальные характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика датчиков давления

| Техническая характеристика | Значение | | |
|--|------------------------------|---------------------|------------------------------|
| | Элемер АИР-20/М2-Н | ЭНИ-100 | Элемер.-100 |
| Датчик | Элемер АИР-20/М2-Н | ЭНИ-100 | Элемер.-100 |
| Диапазон измерения | от 1000Па до 16 МПа | от 160 Па до 16 МПа | от 2500Па до 16 МПа |
| Выходной сигнал | (4 – 20)mA, HART, Modbus RTU | (4 – 20)mA, HART | (4 – 20)mA, HART, Modbus RTU |
| Степень защиты от внешних воздействий | IP.65 | IP.67 | IP.65 |
| Относительная приведенная погрешность, % | 0,075 % | 0,075 % | 0,15 % |
| Гарантийный срок службы | до 5 лет | до 5 лет | до 5 лет |

Согласно сравнительному анализу данных в таблице 3, была сделан выбор в пользу датчика ЭНИ.-100, так как они имеют несколько преимуществ перед другими: из всех сенсоров внешний защитный эффект является наиболее эффективным и менее погрешным. Внешний вид датчика на рисунке 7.



3.4.4 Выбор датчика уровня

Выбор датчика уровня должен соответствовать следующим характеристикам:

- величина рабочего уровня;
- гарантийный срок службы;
- погрешность измерения;
- степень защиты от внешних воздействий;
- относительная приведенная погрешность.

Выбор датчиков уровня исходит от следующих типов приборов: Элемер АИР-20/М2.-Н, Элемер АИР-30М и Метран 150. В таблице 3 приведены сравнительные характеристики датчиков давления.

Остальные характеристики приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика датчиков уровня

| Техническая характеристика | Значение | | |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|
| | РИЗУР – 1300. | Rosemount 5300. | Micropilot M FMR231 |
| Датчик | РИЗУР – 1300. | Rosemount 5300. | Micropilot M FMR231 |
| Диапазон измерения уровня | от 0,15 до 20 м | от 0,1 до 50 м | от 0,1 до 20 м |
| Выходные значения | (4 – 20)mA, HART | (4 – 20)mA, HART, Modbus RTU. | (4 – 20)mA, HART |
| Погрешность измерения | 5 мм | 3 мм | 3 мм |
| Степень защиты от внешних воздействий | IP.68 | IP.67 | IP.65 |
| Максимальное давление | 10 МПа | 3,4 МПа | 0,4МПа |
| Гарантийный срок службы | до 5 лет | до 5 лет | до 5 лет |

Согласно сравнительному анализу данных, представленному в таблице 4, был сделан выбор в пользу датчика Rosemount 5300, поскольку они имели несколько преимуществ перед другими датчиками: из всех сенсоров у них измерительный диапазон был большим, а погрешность была минимальной. Внешний вид сенсоров на рисунке 8.



Рисунок 8 – Датчик уровня Rosemount 5300

3.5 Схема внешней проводки

Схема внешних проводов включает в себя следующие датчики:

- датчик температуры Элемер ТП -2187Ехd;
- датчик давления ЭНИ -100;
- датчик уровня Rosemount.5300.

Для передачи сигналов на щит КИПиА был выбран кабель контрольный с токопроводящей медной жилой в ПВХ оболочке с ПВХ изоляцией не горящий (КВВГ нг 7х1,5). Кабель КВВГ нг изображен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Кабель КВВГ.(7x1,5)

Кабели КВВГ.нг предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В, частоты до 100 Гц. Окружающая температура во время работы кабеля-от 50 °С до 50 °С. Кабельный проводник позволяет нагревать до 70 °С. Продолжительность жизни — 15 лет.

3.6 Автоматический алгоритм регулирования

Сепаратор используется для разделения нефти, газа и воды, которые приходят из скважины. Уровень нефти в сепараторе должен быть поддерживаться на определенном уровне, чтобы нефть не переполняла сепаратор и не выходила за его пределы.

Для решения этой задачи используется ПИД алгоритм управления. ПИД алгоритм состоит из трех компонент: пропорциональный, интегральный и дифференциальный. Пропорциональный компонент управляет выходным сигналом пропорционально разности между желаемым и текущим значением. Интегральный компонент управляет выходным сигналом, основываясь на накопленном интеграле ошибок. Дифференциальный компонент управляет выходным сигналом, учитывая скорость изменения ошибки.

3.7 Пример расчетов передаточных функций

Пусть на функциональной схеме выделен контур САР. Разгонная характеристика ОУ приведена на рисунке. Пример расчета:

1. Максимальный уровень жидкости в банке - 2000 мм. Минимальный уровень жидкости - 400 миллиметров. Вычислительный коэффициент передачи и постоянная времени от мгновенного ответа.

2. Согласно литературным данным, датчик уровня может рассматриваться как бесинерционный. $K_{изм} = 16 \text{ мА} / 1600 \text{ мм} = 0,01 \text{ мА} / \text{мм}$.

3. Гидродинамика Сепаратора гравитационного типа после замены учета степени (высоты) столба жидкости отбока быть описана контуром с обратной связью по учету стога жидкости на расход выливаемой нефти. Расход эмульсии в трубе будем считать пропорциональным проценту открытия задвижки. 0-100% — это цикл двигателя, который изменяет поток от 0 до 10, или 20, или любой другой жидкости м³/сек. Тогда скорость открытия трубы будет (10 или 20 или любой другой технической выход жидкости) м³/сек / 100%. Однако, поскольку процентная доля открытий должна быть связана с вращением выходной оси, коэффициент привода клапана будет (10, 20 или другие технические процессы) м³/сек / 1 оборот.

4. Клапан (задвижку) можно представить интегрирующим звеном.

5. Привод пусть должен быть одноповоротным типа (т.е. за один оборот полностью открывается или закрывается труба). Выбрать тип однооборотного клапана.

6. Коэффициент зубчатой передачи позволяет, при номинальной скорости двигателя, она может варьироваться от полного воздействия до полной изоляции в пределах установленного времени (10 секунд, 40 секунд или 100 секунд). Таким образом, после снижения скорости, скорость передачи электропередач будет равна 1 обороту / (10 секунд, 40 секунд или 100 секунд).
Установленное время перевода.

7. Согласно литературным данным, номинальная скорость двигателя составляет n об/сек. Установите номинальную скорость двигателя.

8. Тогда передаточный коэффициент будет равен $i = [1 \text{ об}/(10 \text{ сек}, \text{ или } 40 \text{ сек}, \text{ или } 100 \text{ сек})] / 400 \text{ об}/\text{сек}.$

9. Согласно предложению поставщика электроэнергии, мы рассмотрим номинальную частоту энергии д.б 50 Гц. (мы предполагаем, что поставщики электроприводов установили электрический сигнал 4- 20mA). Установите диапазон аварийных изменений частоты ЧП.

10. Пусть в качестве модуля вывода используется модуль ПЛК АО (analog output) на 4-20 мА. Масштабирование переводит сигнал 4-20 мА обратно в физическую величину в мм, измеремую датчиком. К масштаб= 100 мм/мА.

11. Тогда коэффициент передачи двигателя будет $400 \text{ об}/\text{сек} / 50 \text{ Гц}.$

12. Коэффициент передачи частотника будет $50 \text{ Гц} / 16 \text{ мА}.$

13. Коэффициент ПЛК будет определен в Matlab. Завершать моделирование.

14. Постоянные времени приходит из литературных источников ($T_{пч} = 0,1+x \text{ сек}; T_{эп} = 0,2+x \text{ сек}.$). Тпч это лаг (lag) электроники ПЧ (фильтра, и электроники). Тдв. это электромеханическая постоянная времени двигателя. Установить ценность фиксированного времени.

3.8 Алгоритм автоматического регулирования технологического параметра

Установленная температура термостата должна поддерживаться во время работы насосных станций и топливных нагревателей. В соответствии с техническими условиями процесса температура не должна превышать или ниже установленной. Соответственно, выберите температуру в нагревателе как технические параметры процесса регулирования ПИД. Мы используем быстродействующий алгоритм регулирования, который может улучшить

качество регулирования, достаточно короткий, чтобы войти и ослабить чувствительность к внешним помехам и противостоять им.

Объект управления-нагреватель. Терморегуляция установлена на оперативной панели оператора и помещена в нагреватель. Температурные значения входят в ПЛК, датчики нагревателя, затем сравниваются с установками, а затем формируют исходящие сигналы тока. Затем сигнал передается в преобразователь частоты, и на выходе есть клапан питания, обеспечивающий напряжение. Наконец, электрический клапан преобразует электрическую энергию в движение рычагов движения, в результате чего температура нагревателя меняется.

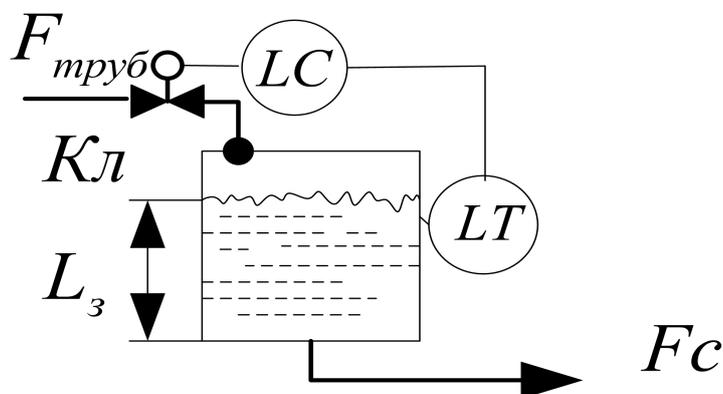


Рисунок 10

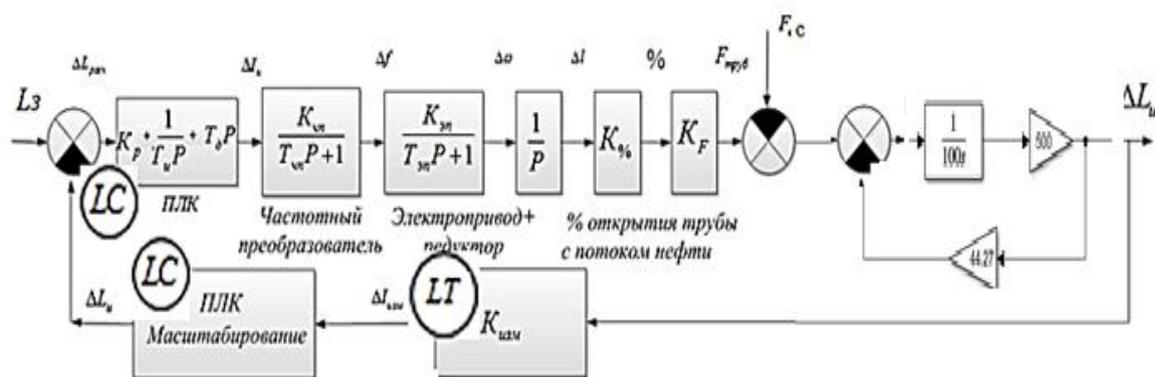


Рисунок 11 – Структурная схема САР сепаратора

Передаточная функция преобразователя частоты.

Преобразователь частоты - это апериодическое звено, преобразующее электрическую энергию сети в электрическую энергию управления объектом:

$$W(s) = \frac{k_n}{T_n * s + 1} \quad (1)$$

k - передаточный статический коэффициент преобразователя

T_n - постоянная времени преобразователя

Передаточный коэффициент преобразователя определяется при номинальном значении выходного воздействия в статическом режиме;

$$k_{п} = \frac{f_H}{I_B} \quad (2)$$

f_H - частота, обеспечивающая номинальный режим работы.

I_B - входное напряжение управления.

Преобразователь частоты осуществляет управление при помощи пидрегулирования, используя ток 4...20мА, а частоту двигателя изменяет в пределах от 0...50Гц. Передаточный коэффициент будет соответствовать отношению номинальной частоты двигателя к входному току управления преобразователя частоты:

$$k_{п} = \frac{f_H}{I_B} = \frac{50}{16} = 3.125 \quad (3)$$

Формула для постоянной времени преобразователя;

$$T_{п} = T_{ф} + \frac{1}{2 * m * f_H} = 0.003 + \frac{1}{2 * 3 * 50} = 0.0063 \quad (4)$$

Передаточная функция асинхронного электродвигателя

Асинхронный двигатель - это апериодическое звено, преобразующее электрическую энергию в энергию управления валом вращения.

Передаточный статический коэффициент есть отношение угловой скорости вращения к частоте питающей сети. Частота питания асинхронным электродвигателем является номинальной и равно 50 Гц. Согласно

характеристике асинхронного электродвигателя, постоянная времени электродвигателя равна 0,08:

$$k_d = \frac{W_d}{f_H} = \frac{2 * 3.14 * 2000}{60 * 50} = 4.19 \quad (5)$$

$$W(s) = \frac{k_d}{T_d * s + 1} = \frac{4.19}{0.08 * s + 1} \quad (6)$$

k_d - статический передаточный коэффициент,

W_d - угловая скорость вращения двигателя,

f_H - частота, обеспечивающая номинальный режим работы,

T_d - постоянная времени электродвигателя.

Передаточная функция управления клапаном

$$W(s) = \frac{k_{\Pi}}{T_{\Pi} * s + 1} = \frac{3.125}{0.0063 * s + 1} \quad (7)$$

Передаточная функция трубопровода подачи газа

$$f = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3.14 * 0.2^2}{4} = 0.0314 \text{ м}^2 \quad (8)$$

f - площадь сечения трубы,

d - диаметр трубы.

$$c = \frac{Q}{f} * \sqrt{\frac{p}{2 * g * \Delta p}} = \frac{0.133}{0.0314} * \sqrt{\frac{650}{2 * 9.8 * 0.5 * 10^4}} = 0.339 \text{ с} \quad (9)$$

$$T = \frac{2 * L * f * c^2}{Q} = \frac{2 * 20 * 0.0314 * 0.339^2}{0.133} = 1.085 \text{ с} \quad (10)$$

$$\tau_0 = \frac{L * f}{Q} = \frac{20 * 0.0314}{0.133} = 4.72 \text{ с} \quad (11)$$

$$W(s) = \frac{1}{T \cdot s + 1} * e^{-\tau_0 * s} = \frac{1}{1.085 * s + 1} * e^{-4.72 * s} \quad (12)$$

Модель структурной схемы автоматического регулирования в пакете программ Matlab в среде Simulink представлена на рисунке 12.

3.9 Создание модели в пакете Simulink

Разработка системы регулирования уровня проводилась в среде Simulink.

Для создания модели в пакете Simulink для управления уровнем нефти в сепараторе необходимо выполнить следующие шаги:

1. Определить математическую модель сепаратора и уравнения, описывающие процесс управления уровнем нефти в нем.

2. Определить параметры модели сепаратора, такие как геометрические размеры, характеристики насоса и клапанов, свойства нефти и др.

3. Создать модель сепаратора в пакете Simulink, используя блоки, соответствующие полученным уравнениям и параметрам модели.

4. Добавить блок ПИД-регулятора в модель и настроить его параметры таким образом, чтобы обеспечить стабильный уровень нефти в сепараторе.

5. Провести симуляцию модели с различными значениями параметров и настроек ПИД-регулятора для оптимизации работы системы управления уровнем нефти в сепараторе.

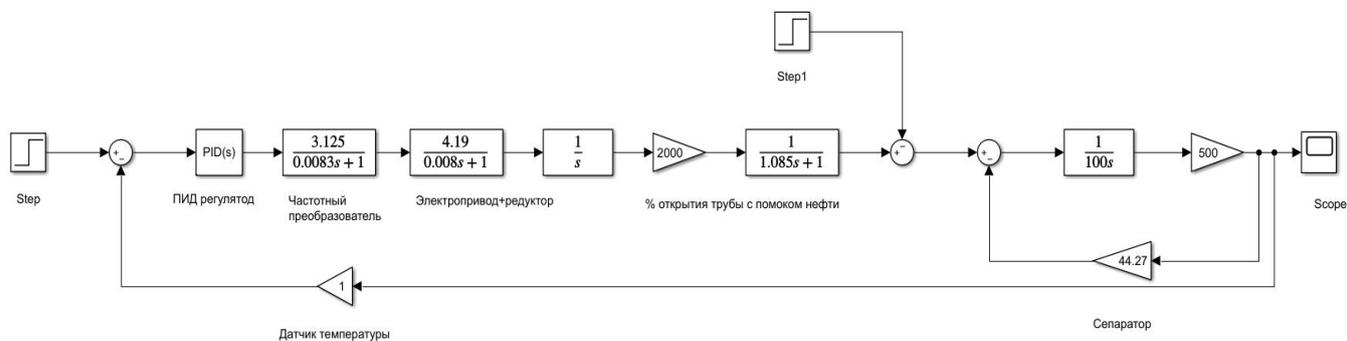


Рисунок 12. – Модель САУ в Simulink

Для определения качественных показателей построен график переходного процесса (рис.13). Исходя из формулы перерегулирования, что попадает в зону оптимального значения. Время переходного процесса определяется по вхождению графика в 5% область и составляет 18.8 секунды, что характеризует быстродействие системы.

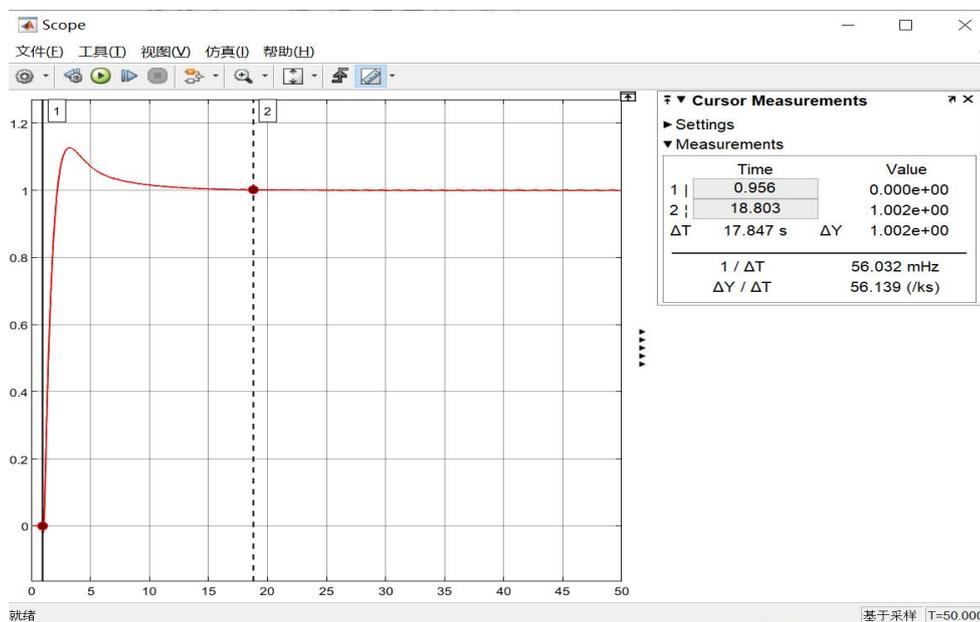


Рисунок 13 – График переходного процесса

Из графика можно сделать вывод о том, что система устойчива, время переходного процесса 18.8 с, статическая ошибка нулевая.

Результаты исследования показали, что ПИД алгоритм позволяет эффективно управлять уровнем нефти в сепараторе. Оптимальные значения коэффициентов ПИД регулятора были определены. Система стабильна при определенных значениях коэффициентов ПИД регулятора. Вариация уровня нефти в сепараторе была минимальной при определенных режимах работы сепаратора.

Таким образом, использование ПИД алгоритма для управления уровнем нефти в сепараторе является эффективным инструментом для обеспечения стабильности работы сепаратора и минимизации потерь нефти.

4 Социальная ответственность

В ВКР рассматривается проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом НС. Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций.

Так как большая часть работы ведется с использованием персонального компьютера в закрытом помещении, то наиболее значимыми факторами являются микроклимат помещения, освещение, шум, электромагнитное излучение, рабочая поза. Также необходимо учесть факторы, влияющие на электробезопасность и пожарную безопасность, и рассмотреть вопросы ее организации на предприятии нефтегазовой отрасли.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

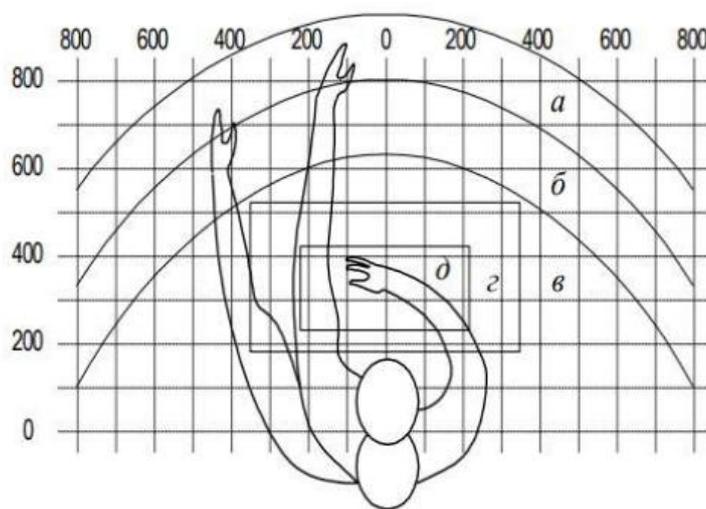
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырехбригадный график сменности. При этом ежедневно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении

графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

4.1.2 Эргономические требования к рабочему месту

Эргономические требования к рабочему месту работника представлены на рисунке 14.



а - зона максимальной досягаемости; б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в - зона легкой досягаемости ладони; г - оптимальное пространство для грубой ручной работы; д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы

Рисунок 14 – Эргономические требования

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура - в зоне «г/д»;
- «мышь» - в зоне «в» справа;
- документация, необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони - «б», а в выдвижных ящиках стола - редко используемая литература.

4.2.Производственная безопасность

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В таблице 5 приведены возможные опасные и вредные факторы.

Таблица 5 – Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [10]) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|--|-------------|-----------------|--------------|---|
| | Разработка | Монтаж/демонтаж | Эксплуатация | |
| 1.Отклонение показателей микроклимата | + | + | + | СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [11]; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [12]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [13]; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». [14] |
| 2.Превышение уровня шума | | + | + | |
| 3.Недостаточная освещенность рабочей зоны | + | + | + | |
| 4. Повышенное значение электромагнитного излучения | | | + | |

4.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Параметры микроклимата рабочего места оператора должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

В таблице 6 приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в

соответствии с временем года и категории тяжести работ согласно требованиям СанПиН.

Таблица 6 – Оптимальные показатели микроклимата

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

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период восьмичасовой рабочей смены приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Допустимые параметры микроклимата

| Период года | Температура воздуха, °С | | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с | |
|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Ниже оптимальных не более | Выше оптимальных не более | | | Ниже оптимальных не более | Выше оптимальных не более |
| Холодный | (20,0 - 21,9) | (24,1 - 25,0) | (19,0- 26,0) | (15 - 75) | 0,1 | 0,1 |
| Тёплый | (21,0 - 22,9) | (25,1 - 28,0) | (20,0- 29,0) | (15 - 75) | 0,1 | 0,2 |

В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно СанПиН 2.2.4.548-96 и приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Расход свежего воздуха по СанПиН 2.2.4.548-96

| | |
|---|---|
| Характеристика помещения | Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час |
| Объем до 20 м ³ на человека (20 – 40) м ³ на человека Более 40 м ³ на человека | Не менее 30 Не менее 20 Естественная вентиляция |

4.2.1.2 Превышение уровня шума

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [15], при выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Допустимые уровни звукового давления

| Помещения и рабочие места | Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | Уровень звука, дБА |
|---------------------------------------|---|----|----|----|------|--------------------|
| | 63 | 12 | 26 | 10 | 4000 | |
| Помещения управления, рабочие комнаты | 79 | 70 | 68 | 55 | 50 | 60 |

4.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность рабочей зоны напрямую влияет на производительность труда рабочего. Недостаточная освещённость рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует

развитию близорукости. Длительное пребывание в среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения вызывает сонливость и апатию. Работа в помещениях с повышенным уровнем освещенности приводит к перевозбуждению нервной системы и уменьшению работоспособности.

Для обеспечения рационального освещения (отвечающего техническим и санитарно-гигиеническим нормам) необходимо правильно подобрать источники искусственного освещения в сочетании с естественным светом. Поддерживать чистоту оконных стекол и поверхностей светильников.

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения. Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Требования к освещению на рабочих местах при работе с ПК по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Требования к освещению на рабочих местах

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Освещенность на рабочем столе | (300 - 500) лк |
| Освещенность на экране ПК | не выше 300 лк |
| Блики на экране | не выше 40 кд/м ² |
| Прямая блёсткость источника света | 200 кд/м ² |
| Показатель ослеплённости | не более 20 |
| Показатель дискомфорта | не более 15 |
| Отношение яркости: | |
| - между рабочими поверхностями | (3:1 - 5:1) |

| | |
|---|-------------|
| - между поверхностями стен и оборудования | 10:1 |
| Коэффициент пульсации: | не более 5% |

4.2.1.4 Повышенное значение электромагнитного излучения

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека.

Монитор, системный блок, и принтер - генерируют электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот. Но именно излучение монитора является более мощным. Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ указаны в таблице 11.

Таблица 11 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

| Наименование параметров | | ВДУ ЭМП |
|--|--|---------|
| Напряженность электрического поля | в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц | 25 В/м |
| | в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного поля | в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц | 250 нТл |
| | в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц | 25 нТл |
| Напряженность электростатического поля | | 15 кВ/м |

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

В зимний период времени (при работающей системе отопления) параметры температурно-влажностного состояния помещения определяются тепловой мощностью системы отопления и теплозащитными качествами наружной стены с одним или несколькими окнами.

В летний период (при выключенной системе отопления) в помещении с не кондиционируемым микроклиматом формируется температурновлажностный режим, близкий по параметрам к наружной среде, а его параметры определяются теплозащитными качествами наружных ограждающих конструкций и естественным воздухообменом в помещении.

В качестве мер по снижению шума, воздействующего на человека, в первую очередь следует использовать средства коллективной защиты:

- уменьшение шума в источнике его возникновения за счет применения рациональных конструкций, новых материалов и гигиенически благоприятных технологических процессов;
- изменение направленности излучения шума;
- рациональная планировка предприятий и цехов;
- акустическая обработка помещений;
- уменьшение шума на пути его распространения от источника к рабочему месту (использование защитных экранов, глушителей шума).

В качестве индивидуальных средств защиты от шума специалистом могут быть использованы специальные противошумные наушники, которые обезопасят пользователя от вредного воздействия шумов и помогут сделать условия работы более комфортными.

Для снижения влияния недостаточной освещённости применяется использование дополнительных источников искусственного света.

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;

- применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты. Перед началом работы необходимо убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей.

Перед приемом на работу очередного сотрудника необходимо проводить инструктаж по электробезопасности. Также стоит предусмотреть проведение инструктажа при смене условий работы, при обновлении техники и плановый инструктаж.

4.3 Экологическая безопасность

При эксплуатации оборудования на ДНС в атмосферу выделяются постоянные выбросы, а также аварийные сбросы при выходе из строя оборудования и трубопроводов.

Загрязнение воздушного бассейна происходит в результате поступления в него:

- продуктов сгорания попутного газа на факелах, в трубчатых печах, в котельной;
- утечек вредных веществ через дыхательные клапаны резервуаров нефти;
- вредных веществ от оборудования, размещаемого в блочных помещениях через воздухопроводы или дефлекторы;
- вредных веществ через вентиляционные трубы, воздушники ёмкостей; вредных веществ через щели фланцевых соединений сепараторов, ёмкостей.

Все источники, подлежащие контролю по загрязнению атмосферы, делятся на две категории:

1.источники с большими выбросами вредных веществ, так называемые организованные выбросы (труба котельной, факел), которые должны контролироваться систематически;

2.неорганизованные выбросы ("большие" и "малые" дыхания резервуаров, пропуски во фланцевых соединениях, выбросы при продувке аппаратов и трубопроводов).

Основные мероприятия по охране окружающей среды включают в себя:

- полную герметизацию технологического оборудования;
- сбор и максимальное использование попутного нефтяного газа;
- полную утилизацию сточных вод;
- защиту оборудования и трубопроводов от внутренней и наружной коррозии;
- автоматическое регулирование уровней и давления в аппаратах;
- аварийную сигнализацию предельных значений регулируемых параметров.

В случае нарушения технологического режима, связанного с авариями, в целях охраны окружающей среды предусматриваются следующие мероприятия:

- локализация аварийных разливов нефти;
- ограждение резервуаров бетонной стеной из дорожных плит, высотой 2 м;
- разделение бетонной ограждающей стеной резервуаров подготовки пластовой воды и аварийного резервуара;
- устройство бетонных площадок с бордюрным ограждением и дождеприемниками для сбора разлившейся нефти и загрязненных дождевых вод;
- обвалование факельной установки.

Согласно классификации помещения с электроустановками делятся на три категории:

- без повышенной опасности;
- с повышенной опасностью;

- особо опасные.

Площадки на открытой местности, на которых размещены электроустановки, относятся к особо опасной категории, так как здесь весьма велика вероятность поражения людей электрическим током. Все остальные помещения классифицируются с учётом условий.

Помещения без повышенной опасности

К данной категории относятся сухие, беспыльные помещения с нормальным температурным режимом и минимальным количеством заземлённых элементов. Влажность воздуха составляет не более 75 %. Предусмотрена система вентиляции и отопление, полы покрыты диэлектрическим материалом.

На таких объектах практически полностью отсутствуют условия, создающие опасность поражения электрическим током. Это могут быть жилые, офисные и общественные помещения, лаборатории, склады для хранения инструментов. Также сюда относятся производственные цеха, но только при наличии вышеперечисленных условий. К обслуживанию оборудования на таких объектах допускаются специалисты, прошедшие вводный инструктаж.

Помещения с повышенной опасностью

В соответствии с классификацией к категории электропомещений повышенной опасности относятся объекты, которые соответствуют хотя бы одному из следующих условий:

- влажность выше 75 %, сырость;
- постоянное образование пыли с токопроводящими свойствами;
- наличие токопроводящих полов – металлических, железобетонных, кирпичных и т. д.;
- высокие значения температур (температура должна постоянно быть выше 35 градусов);

- возможность одновременного прикосновения к металлическим элементам электрооборудования и к заземлённым металлоконструкциям здания, аппаратам и механизмам .

В данную категорию входят практически все предприятия, цеха, механические мастерские. Даже если объекты располагаются в сухих отапливаемых зданиях с изолирующими полами, всегда есть риск поражения электрическим током. Поэтому проведение мероприятий по охране труда и соблюдению норм безопасности является обязательным для всех сотрудников.

Особо опасные помещения

Характеристики особо опасных помещений:

- максимальные показатели влажности воздуха, близкие к 100 %;
- активная химическая или органическая среда, создающаяся на постоянной основе или в течение продолжительного времени (в воздухе присутствуют пары, газы и жидкости, разрушающие изоляцию электрооборудования);
- сочетание сразу двух и более факторов, относящихся к помещениям повышенной опасности.

К данной категории относятся цеха машиностроительных и металлургических предприятий, химические заводы, электростанции, насосные станции. К работе на данных объектах допускается персонал с соответствующей квалификацией.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Пожарная безопасность

Определение категорий помещений по пожарной опасности

Объекты защиты идентифицируют по нескольким значимым признакам (они приведены в статье 6.1 ФЗ № 123 от 22.07.2008). В том числе каждый объект относят к определенной категории, которая указывает на

степень его потенциальной опасности. На ее основании к объектам защиты предъявляют те или иные требования пожарной безопасности:

- здания, сооружения в помещениях в них (которые принадлежат производственным объектам) оценивают на пожарную и взрывопожарную опасность;

- наружные установки оценивают на пожарную опасность.

Для тушения пожара на объекте предусмотрен комплекс мероприятий и средств пожаротушения. Для принятия мер по тушению пожара до прибытия подразделений Государственной противопожарной службы, имеется запас пожарно-технического оборудования.

Система пожаротушения состоит из системы пожаротушения:

- пеной;
- водой.

Система пожаротушения пеной включает:

- генераторы пены;
- индивидуальные пенопроводы на отдельные объекты;
- пульт управления и мнемосхему в операторной с системой извещателей в очаге огня.

Здания, сооружения и наружные установки оснащены первичными средствами пожаротушения в соответствии с ППБ 01-2003 (правила пожарной безопасности в РФ) и ППБО-85 (правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности). Количество и тип огнетушителей выбирается в соответствии с категорией здания по взрывопожарной опасности, предельно защищаемой площади и классу пожара. Для оснащения противопожарным инвентарем на территории объекта установлены пожарные щиты.

Комплектация противопожарным инвентарем, выполнена согласно норм оснащения пожарных щитов типа ЩП-В. На объекте принята централизованная структура контроля за установками автоматической пожарной сигнализации, из помещения операторной.

4.5 Заключение

В заключении раздела "Социальная ответственность" можно сделать следующие выводы:

При выполнении раздела социальной безопасности были проанализированы и выявлены основные вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе разработки, монтажа и эксплуатации разработанной системы автоматизации. Были описаны меры минимизации уровней воздействия данных факторов. Также описаны возможные причины возникновения чрезвычайных ситуаций и способы их предотвращения. С точки зрения экологической безопасности, рассмотрены потенциальные источники заражения атмосферы и гидросферы и приведены мероприятия по охране окружающей среды.

Цель раздела "Социальная ответственность" достигнута, поскольку был проведен комплексный анализ условий труда, экологической безопасности и возможных чрезвычайных ситуаций, а также предложены мероприятия для обеспечения безопасности и снижения рисков на рабочих местах.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования "Исследование и обоснование выбора КИПиА насосной станции" с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения могут быть:

1. Организации, занимающиеся проектированием и строительством насосных станций, которые интересуются использованием КИПиА, максимально учитывающих аспекты ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

2. Крупные компании, работающие в сферах добычи нефти и газа, химии, гидравлики, энергетики, потребляющие значительные объемы воды и энергии насосных станций, с целью улучшения своих экономических показателей.

3. Государственные и муниципальные организации, ответственные за регулирование и контроль в сфере использования природных ресурсов, защиту окружающей среды и сохранение биоразнообразия.

4. Независимые эксперты и консультанты в области ресурсоэффективности, ресурсосбережения и экономики, которые могут использовать результаты исследования для разработки новых стратегий и концепций.

5. Ученые исследовательские институты и научные центры, занимающиеся проблемами ресурсной эффективности и ресурсосбережения в промышленности, которые могут использовать результаты исследования для проведения дальнейших научных исследований в этой области.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки | Вескритерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|--|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _ф | Б _{к1} | Б _{к2} | К _ф | К _{к1} | К _{к2} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| Удовлетворение потребностей клиента | 0,15 | 9 | 7 | 8 | 1,35 | 1,05 | 1,2 |
| Инновационность | 0,2 | 8 | 9 | 7 | 1,6 | 1,8 | 1,4 |
| Производительность | 0,1 | 7 | 6 | 5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Энергоэффективность | 0,25 | 6 | 7 | 8 | 1,45 | 1,75 | 2 |
| Надежность | 0,3 | 8 | 6 | 7 | 2,5 | 1,8 | 2,1 |

Вывод:

1. Наиболее конкурентоспособными техническими решениями являются те, которые имеют высокие баллы по удовлетворение потребностей клиента (9), инновационность (8), надежность (8) .

2. Критерий производительности имеет меньший вес (0,1), что указывает на его меньшую значимость для оценки конкурентоспособности разработок.

3. Разработки, имеющие наивысшие значения весовых коэффициентов (К_ф) и баллов (К_{к1}, К_{к2}) по каждому критерию, обладают более высокой конкурентоспособностью.

4. Анализ оценочной карты позволяет определить сильные и слабые стороны каждого конкурента, что может быть использовано для принятия решений по дополнительным мерам по повышению конкурентоспособности разработок и улучшению их коммерческого потенциала.

5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 13 –Морфологическая матрица для авторучки

| Технические компоненты | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 |
|-------------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------------|
| Датчики | Датчики давления | Датчики уровня | Датчики температуры | Датчики проводимости |
| Контроллеры | PLC (программируемый логический контроллер) | SCADA-система (система сбора и обработки данных) | Микроконтроллер | Распределенная система управления |
| Актуаторы | Электромагнитные клапаны | Сервоприводы | Гидропневматические приводы | Пневматические клапаны |
| Коммуникационные интерфейсы | Ethernet | Modbus | Profibus | OPC UA |
| Алгоритмы управления | Регуляторы PID | Адаптивное управление | Модельное предсказание | Искусственные нейронные сети |
| Интерфейс пользователя | Графический интерфейс пользователя (GUI) | Командная строка (CLI) | Мобильное приложение | Веб-интерфейс |

| Технические компоненты | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 |
|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| Надежность | ABB | Сименс | КОГЭБ |
| Эффективность | Вариатор скорости | Мягкий пуск | Работа на частоте 50 Гц |

| | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Стоимость | КОГЭБ | Сименс | ABB |
| Удобство в использовании | Пульт управления | Автоматизированный мониторинг | Компактность устройства |

Вывод: Далее, мы выбираем оптимальный вариант из каждой строки матрицы:

Сименс | Мягкий пуск | ABB | Пульт управления

Таким образом, оптимальный вариант КИПиА для насосной станции должен включать в себя КИПиА от компании Сименс с мягким пуском и пультом управления от ABB.

5.3. Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|---------------------------------|-------|---|---|
| Разработка технического задания | 1 | Анализ технологических процессов насосной станции и определение требований к системе КИПиА. | Аналитик по технологическим процессам (Лаборант) |
| Выбор направления исследований | 2 | Изучение технических характеристик и возможностей существующих КИПиА систем на рынке. | Инженер по автоматизации (Инженер) |

| | | | |
|--|----|---|---|
| | 3 | Выбор оптимальной конфигурации КИПиА системы для насосной станции, учитывая требования заказчика. | |
| | 4 | Разработка концепции и схемы КИПиА системы. | |
| | 5 | Проведение расчетов и выбор оборудования для КИПиА системы. | |
| | 6 | Разработка программного обеспечения и настройка оборудования для КИПиА системы. | |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 7 | Монтаж и наладка КИПиА системы. | Монтажники и техники по наладке (Лаборант) |
| | 8 | Проведение испытаний и контрольно-наладочных работ. | |
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Обучение персонала эксплуатации КИПиА системы и ее документирование. | Преподаватель или тренер (Инженер) |
| Проведение ОКР | | | |
| Разработка технической документации и проектирование | 10 | Разработка блок-схемы, принципиальной схемы. | Инженер |
| | 11 | Выбор и расчет конструкции. | |
| | 12 | Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия. | |
| | 13 | Заполняется дипломником самостоятельно. | |
| Изготовление и испытание макета (опытного образца) | 14 | Конструирование и изготовление макета (опытного образца). | |

| | | | |
|--|----|---|-----------------------|
| | 15 | Лабораторные испытания макета. | |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР) | 16 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации). | Руководитель, инженер |

5.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости выполнения работ в данной теме может быть приблизительно оценено следующим образом:

1. Разработка технического задания - 10 часов
 - Составление и утверждение технического задания
2. Выбор направления исследований - 30 часов
 - Подбор и изучение материалов по теме
 - Проведение патентных исследований
 - Выбор направления исследований
 - Календарное планирование работ по теме
3. Теоретические и экспериментальные исследования - 95 часов
 - Проведение теоретических расчетов и обоснований
 - Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов
 - Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями
 - Заполнение дипломником самостоятельно
4. Обобщение и оценка результатов - 20 часов
 - Оценка эффективности полученных результатов
 - Определение целесообразности проведения ОКР

5. Проведение ОКР - 70 часов

- Разработка блок-схемы, принципиальной схемы
- Выбор и расчет конструкции
- Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия
- Заполнение дипломником самостоятельно

6. Изготовление и испытание макета - 100 часов

- Конструирование и изготовление макета (опытного образца)
- Лабораторные испытания макета

7. Оформление отчета по НИР - 25 часов

- Составление отчета по результатам исследований и ОКР

Итого: 350 часов

Таблица 15 –Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы | Трудоемкость работ | Исполнитель | Длительность работ в рабочих днях (Т _{рi}) | Длительность работ в календарных днях (Т _{кi}) | Минимальная длительность работы в чел-днях (t _{min}) | Максимальная длительность работы в чел-днях (t _{max}) | Суммарная длительность работы в чел-днях (t _{ажj}) |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|--|--|--|---|--|
| Разработка плана исследования | 7 | студент | 7 | 9 | 9 | 8 | 7 |
| Поиск и анализ литературы | 9 | студент | 9 | 10 | 9 | 10 | 11 |
| Определение методики исследования | 9 | студент | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|----|---------|----|----|----|----|----|
| Сбор и анализ данных | 10 | студент | 10 | 12 | 10 | 11 | 12 |
| Обработка результатов исследования | 8 | студент | 8 | 8 | 11 | 8 | 8 |
| Написание текста работы | 11 | студент | 11 | 15 | 11 | 15 | 15 |
| Редактирование и оформление работы | 8 | студент | 8 | 8 | 14 | 8 | 8 |
| ИТОГО | 62 | | 62 | | | | |

5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Таблица 16 – Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | | | Цена за ед., руб. | | | Затраты на материалы, (З _м), руб. | | |
|---------------------|-------------------|------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|---|-------|-------|
| | | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
| Материал 1: Вода | куб/метра | 25 | 26 | 24 | 150 | 150 | 150 | 3750 | 3900 | 3600 |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Материал 2: Электричество | кВт/час | 570 | 580 | 600 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 1995 | 2030 | 2100 |
| Итого | | | | | - | | | 5745 | 5930 | 5700 |

Таблица 17–Расчет бюджета затрат на приобретения спецоборудования для научных работ

| № | Наименование оборудования | Кол-во единиц оборудования | | | Цена единицы оборудования, тыс. руб. | | | Общая стоимость оборудования тыс. руб. | | |
|--------|---------------------------|----------------------------|-------|-------|--------------------------------------|-------|-------|--|-------|-------|
| | | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
| 1. | Сепаратор | 3 | 2 | 3 | 5000 | 5000 | 6000 | 15000 | 10000 | 18000 |
| 2. | Ноутбук | 1 | 1 | 2 | 30000 | 30000 | 25000 | 30000 | 30000 | 50000 |
| Итого: | | | | | | | | 45000 | 40000 | 68000 |

Таблица 18–Нормы рабочего времени в 2023 году

| |
|------------------------------------|
| Нормы рабочего времени в 2023 году |
| 1. Кол-во дней за 2023 год: |
| календарных — 365 |
| рабочие дни — 247 |
| выходных/праздничных — 118 |

| |
|--|
| 2. Рабочее время за 2023 год (в часах) |
| при 40-часовой неделе — 1 973,00 |
| при 36-часовой неделе — 1 775,40 |

Таблица 19–Расчёт основной заработной платы и отчислений в социальные внебюджетные фонды

| Исполнители | З _{тс} ,руб | к _р | З _м | З _{дн} | Т _р | З _{осн} | Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30% |
|-------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|--|
| Руководитель | 39300 | 1,3 | 51090 | 206,84 | 19 | 3930,00 | 1179,00 |
| Инженер (студент) | 16242 | 1,3 | 21114,6 | 85,48 | 62 | 5300,02 | 1590,01 |
| Лаборант | 16242 | 1,3 | 21114,6 | 85,48 | 7 | 598,39 | 179,52 |
| ИТОГО | | | | | | 9828,41 | 2948,52 |

Таблица 20–Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи Сумма | Сумма, руб | | |
|----------------------------|------------|-------|-------|
| | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
| 1.Материальные затраты НТИ | 5745 | 5930 | 5700 |

| | | | |
|--|----------|----------|----------|
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 45000 | 40000 | 68000 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 9828,41 | 2948,52 | 9828,41 |
| 4. Отчисления в социальные внебюджетные фонды | 2948,52 | 2948,52 | 2948,52 |
| Итого | 63521,93 | 51827,04 | 86476,93 |

5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии | Объект исследования | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|---|---------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя | | 0.1 | 5 | 3 | 4 |
| 2. Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | в | 0.15 | 4 | 2 | 3 |
| 3. Помехоустойчивость | | 0.15 | 5 | 3 | 3 |
| 4. Энергосбережение | | 0.20 | 4 | 3 | 3 |
| 5. Надежность | | 0.25 | 4 | 4 | 4 |
| 6. Материалоемкость | | 0.15 | 4 | 4 | 4 |
| ИТОГО | | 1 | | | |

Таблица 22–Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|---|-------|-------|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 0,7 | 0,6 | 1,0 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4 | 2 | 3 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 5,4 | 3,3 | 3,0 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1,6 | 1,8 | |

Сравнивая значения общих показателей эффективности, мы пришли к выводу, что общие показатели эффективности исполнения 1 выше, чем у исполнения 2 и 3 на 60% и 80%.

Заключение

В процессе выполнения работы были выполнены установленные в задании задачи: разработано техническое задание; описан технологический процесс; разработана структурная схема АСУ; разработана функциональная схема автоматизации; определены схемы информационных потоков; выполнен выбор инструментов АСУ; описан и разработан автоматический алгоритм регулирования; выполнено моделирование САР в пакете Simulink. Была построена модель САР, которая позволяет проводить тестирование системы на различных условиях эксплуатации.

Автоматизированная система управления насосной станции сепаратора является эффективным и надежным решением для управления сепарацией добываемой эмульсии нефти. Она позволяет автоматически контролировать работу насосной станции, уменьшить потребление энергии и снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Список используемых источников

1. ANSI. PMBOK Guide, 5th Ed.. — 5th. — Newtown Square, PA : Project Management Institute, 2013. — P. Section 4. — ISBN 978-1-935589-67-9.
2. Love, Arnold J. Internal Evaluation: Building Organizations from Within. — SAGE, 1991. — Vol. 24. — P. 47. — ISBN 9780803932012.
3. Перейти обратно:1 2 3 Жукова Е.Е. Инновационные грани технического задания // Научные труды Московского гуманитарного университета. — 2020. — № 6. — doi:10.17805/trudy.2020.6.18.
4. Gary Blake and Robert W. Bly. The Elements of Technical Writing. — New York: Macmillan Publishers, 1993. — С. 108. — ISBN 0020130856.
5. Перейти обратно:1 2 Немеров С. Так что же такое «Техническое задание» Хабр.
6. What is a Terms of Reference? (англ.), pmtips. Дата обращения: 28 июня 2017.
7. Шаловников, Э.А. Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: Учебное пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Ю. Прахова, Э.А. Шаловников, Н.А. Ишинбаев; Под ред. М.Ю. Прахова. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 256 с.
8. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: Учебник для учреждений начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 208 с.
9. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
10. ГОСТ 12.0.003 – 2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация/ – Введ. 2017-03-3.: Стандартиформ, 2016.–9 с.

11. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки/ – Введ. 1996-10-31.–24с.

12. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений/ – Введ. 1996-03-31.–20 с.

13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий/ – Введ. 2013-04-08.–25 с.

14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы/ – Введ. 2013-06-11.–16 с.

15. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности/ – Введ. 2015-11-01.: Стандартиформ, 2015.–24 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Структурная схема

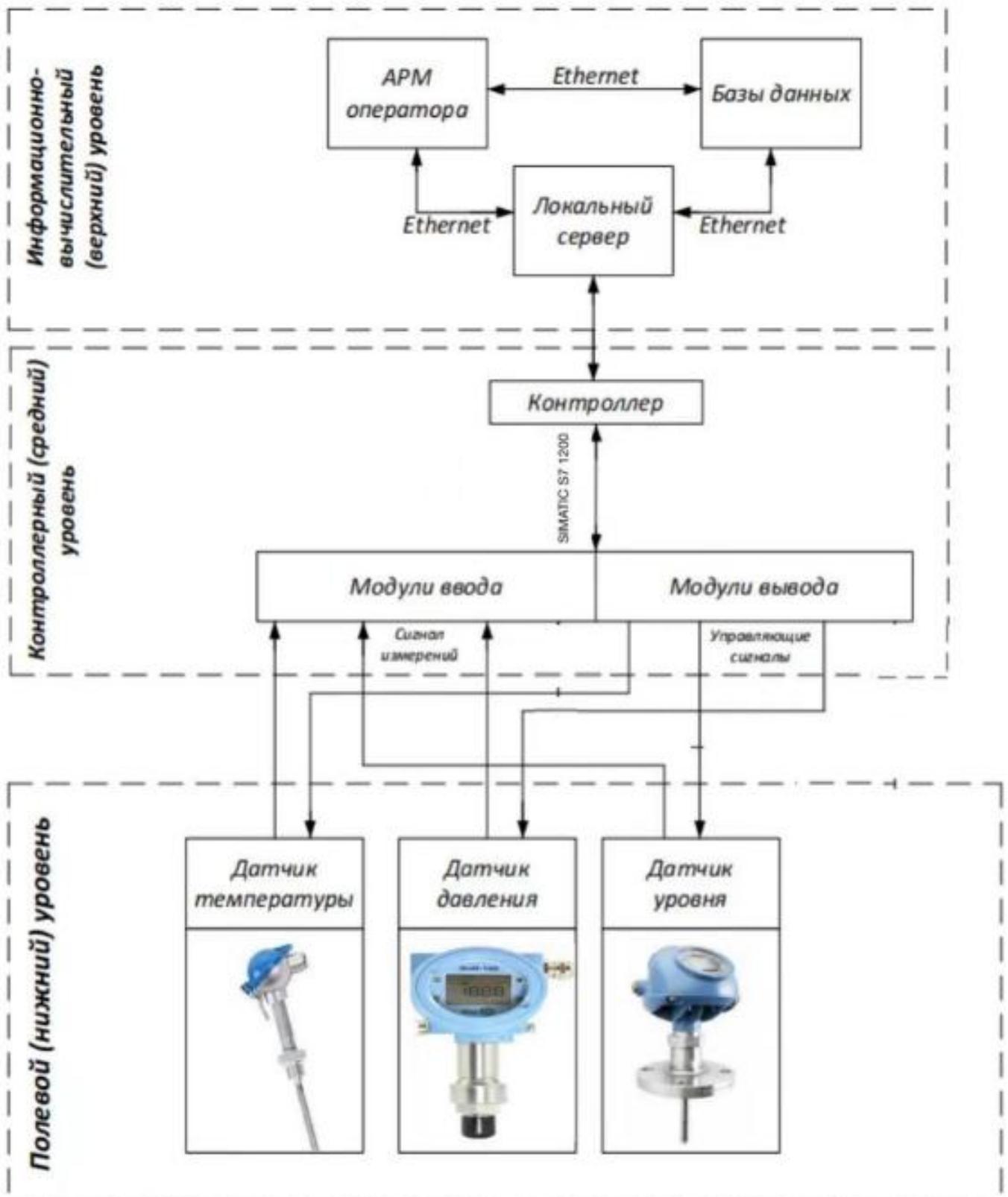


Рисунок А.1 – Структурная схема

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Схема внешних проводов**

| наименование параметра | уровень газожидкостной смеси | температура | давление |
|------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|
| место отбора импульса | сепаратор | сепаратор | сепаратор |
| тип датчика | Rosemount 5300 | Элемер ТП-2187Exd | ЭИИ-100 : |
| позиция | 1-1 | 2-1 | 3-1 |

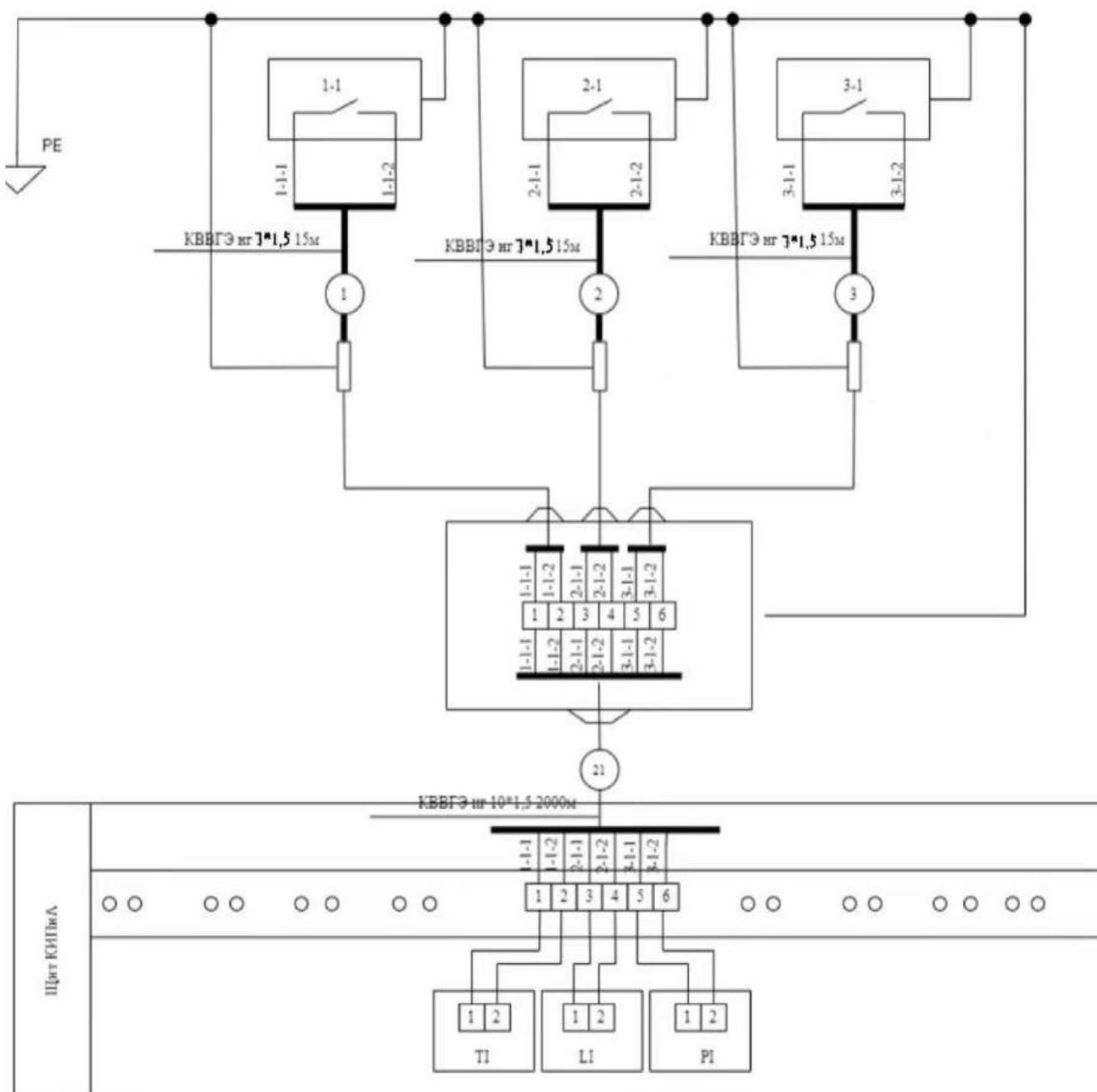


Рисунок Б.1 – Схема внешних проводов