

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Портативный газоанализатор

УДК 543.27.05-8-026.26:504.064(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Молдабеков Абай Серикович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пестунов Дмитрий Александрович	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования критериев заинтересованных сторон	ФГОС, и/или
Профессиональные компетенции			
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники	Требования ФГОС (ОПК1, ОПК2) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей	Требования ФГОС (ОПК3, ОК4, ОК5), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений	Требования ФГОС (ОПК7, ОПК9, ПК6). Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ОПК4, ОПК6, ПК7), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов	Требования ФГОС (ОПК5, ПК1, ПК2, ПК3). Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и	Требования ФГОС (ОПК8, ОПК10), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 12.03.04 – Биотехнические системы и технологии), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 15.03.2015г.

	безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды	
Универсальные компетенции		
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК3, ОК4). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК5), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач	Требования ФГОС (ОК6), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК1, ОК2), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности	Требования ФГОС (ОК9,ПК8), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК7, ОК8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт неразрушающего контроля

Направление подготовки _____ 12.03.04 Биотехнические системы и технологии _____

Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Ф.А. Губарев
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д31	Молдабеков Абай Серикович

Тема работы:

Разработка автомобильного охранного комплекса	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	09.02.2017, № 799/с

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>Разработка портативного газоанализатора; Режим работы непрерывный; Требования к устройству:</p> <ul style="list-style-type: none">• Питание от 5V• Выводить значение температуры и влажности на дисплей• Предусмотреть кнопку сброса• При проектировании принципиальной схемы предусмотреть разъем для программирования МК• Реализовать связь с ПК
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Аналитический обзор; • Выбор и обоснование структурной схемы; • Выбор и обоснование принципиальной схемы; • Расчет и обоснование принципиальной схемы; • Заключение.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема устройства</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность</p>	<p>Шулинина Ю.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева И.Л.</p>
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пестунов Дмитрий Александрович	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Молдабеков Абай Сергеевич		

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
Кафедра промышленной и медицинской электроники

Уровень образования: Бакалавриат
Форма предоставления работы: бакалаврская работа
Период выполнения: VII и VIII семестры

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

Дата контроля	Вид работы	Максимальный балл
30.12.2016	Учебно-исследовательская работа в 7 семестре	85
22.04.2017	Учебно-исследовательская работа в 7 семестре	68
21-22.06.2017	Защита бакалаврской работы	

Составил преподаватель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пестунов Дмитрий Александрович	К.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Д31	Молдабекову Абаю Сериковичу

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Биотехнические системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является портативный газоанализатор (обработанные данные температуры, влажности, газового состава). Объект исследования может быть использован в медицинских лабораториях и в оценки состава газовой смеси для ИВЛ в санитарной авиации.</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>Анализ вредных факторов, которые в свою очередь могут оказать негативное воздействие на человека. К ним относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> • повышенная загазованность воздуха рабочей среды; • вредные вещества; • недостаточная освещенность рабочей зоны. <p>А также при эксплуатации ГИТ возможно воздействие на человека опасных производственных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • электрический ток; • термический ожог.
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Минимальное воздействие на гидросферу и атмосферу. Остатки после обработки материалов оказывают небольшое влияние на литосферу. При пайке выделяются вредные вещества в атмосферу.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>В лабораторном помещении возможно возникновении ЧС типа:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пожар.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p>	<p>Соблюдение законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель</p>

	(ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении, а также контроль за исправностью работы в помещении.
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Молдабеков А.С.		

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Д31	Молдабекову Абаю Сериковичу

Институт	Бакалавр	Кафедра	12.03.04 Биотехнические системы и технологии
Уровень образования		Направление/специальность	

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя – 26300 руб. Оклад инженера – 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент студента 30%; Доплаты и надбавки руководителя 20%; Доплаты и надбавки студента 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ</i>	- технология QuaD, - SWOT–анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: – определение структуры работ; – определение трудоемкости работ; – разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: – материальные затраты; – затраты на специальное оборудование; – заработная плата (основная и дополнительная); – отчисления на социальные цели; – накладные расходы.
3. <i>Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности исследования</i>	– Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Технология QuaD</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
4. <i>Оценка эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Молдабеков А.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 78 с., 26 рис., 20 табл., 11 источников.

Ключевые слова: портативный, газоанализатор, датчик, инициализация, относительная влажность, температура, концентрация, алгоритм программы, принципиальная схема.

Объектом исследования является портативный газоанализатор

Цель работы: разработать макет портативного газоанализатора по определению влажности, температуры, концентрации кислорода, углекислого газа и оксида азота.

В процессе исследования проводились: изучение литературы по данной теме, выбор и конструирование элементов портативного газоанализатора,

В результате исследования были: разработан макет портативного газоанализатора, осуществлена связь с ПК.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- Предусмотреть возможность автономной работы;
- Использование микроконтроллер семейства AVR

Область применения: медицинские лаборатории, санавиация

Экономическая эффективность/значимость работы: заключается в замене более дорогостоящих аналогов

В будущем планируется усовершенствование разработанного макета портативного газоанализатора,

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Применены следующие термины с соответствующими определениями:

Портативный — Удобный для ношения при себе, для переноса.

Газоанализаторы – это устройства, предназначенные для определения концентрации различных газов в газовой смеси.

Использованы следующие сокращения с соответствующими расшифровками:

- МК- микроконтроллер
- ПК- персональный компьютер
- БП- блок программирования
- ЧС- чрезвычайная ситуация
- ИВЛ- искусственная вентиляция легких

Использованы следующие нормативные ссылки:

1. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
2. ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»
3. СП 52.13330.2011 «Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»
4. ГОСТ 12.1.038 – 82 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)»
5. ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)»

Содержание

Введение	15
1 Литературный обзор	17
1.1 Газоанализаторы	17
1.2 Классификация газоанализаторов	18
1.3 Виды газоанализаторов	18
1.4 Применение газоанализаторов	21
1.4.1 Газоанализаторы в медицине	21
1.4.2 Газоанализаторы в санитарной авиации	22
1.5 Общие требования	22
1.6 Проверка газоанализаторов	24
2 Выбор и обоснование структурной схемы	26
3 Выбор и обоснование принципиальной схемы	28
3.1 Микроконтроллер и среда программирования	28
3.2 ЖК-дисплей	29
3.3 Датчик влажности и температуры	30
3.4 Датчик углекислого газа и оксида азота	32
3.5 Датчик кислорода	34
3.6 Связь с ПК	35
4 Алгоритм программы	37
5 Социальная ответственность	39
5.1 Производственная безопасность	41
5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов	41
5.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата	42
5.1.1.2 Вредные вещества	43
5.1.1.3 Недостаточная освещенность	45
5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов	46
5.1.2.1 Поражение электрическим током	46
5.1.2.2 Термическая опасность	47
5.2 Экологическая безопасность	48

5.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	48
5.2.2 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования	48
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	50
5.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности	51
5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	51
5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	51
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	53
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	53
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	53
6.1.2 Технология QuaD	53
6.1.3 SWOT – Анализ	55
6.2 Планирование научно–исследовательских работ	58
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	58
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	59
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	59
6.2.4 Бюджет научно–технического исследования (НТИ)	61
6.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	61
6.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных исследований	61
6.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	62
6.2.4.4 Дополнительная заработная плата	64
6.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды	64
6.2.4.6 Накладные расходы	65
6.2.4.7 Формирование бюджета затрат	

научно–исследовательского проекта	66
6.2.5 Оценка эффективности НИ	66
Заключение	68
Список литературы	69
Приложение А	70
Приложение Б	71
Приложение В	72
Приложение Г	77

Введение

Широкое применение различных газов в технологических процессах большинства отраслей промышленности требует постоянного контроля отсутствия утечек этих газов с целью обеспечения безопасности производства и снижения рисков для персонала. Для постоянного мониторинга загазованности устанавливаются специальные системы обнаружения газов. Эти системы, состоящие из детекторов газа (газоанализаторов), контроллеров, устройств оповещения и исполнительных устройств, выполняют функции раннего предупреждения о развитии опасной ситуации. Тем самым системы обнаружения газов позволяют локализовать развитие опасных ситуаций на ранних стадиях, а также увеличивают период времени для принятия соответствующих защитных мер и действий по устранению аварийных ситуаций.

Газоанализ начали применять для исследования процессов в двигателях задолго до того, как был принят первый закон, предусматривавший контроль токсичности выхлопа автомобилей.

Первые образцы газоанализаторов, применявшиеся для регулировки двигателей, из всего «букета» побочных продуктов сгорания измеряли только концентрацию CO. Ее анализ позволял судить о соотношении топливо–воздушной смеси, а значит, мог помочь в настройке карбюратора. В «первобытных» газоанализаторах использовался эффект изменения электропроводности платиновой спирали в среде оксида углерода.

К 70–м годам, когда остро встал вопрос контроля вредных выбросов автотранспорта, уровень развития техники позволил создать более качественные, двухкомпонентные приборы. Они измеряли дополнительно концентрацию еще одного вредоносного компонента – HC (несгоревших частиц углеводородов, входящих в состав топлива). Содержание углеводородов (также и оксидов азота) определяется не в процентах, как всех

прочих газообразных компонентов, а в РРМ – количестве частиц на миллион. Помимо этого, использовался иной, более точный метод определения концентрации – спектрометрирование выхлопных газов в ИК–диапазоне. Этот же принцип применяется и в современных газоанализаторах. [10]

Газоанализаторы широко применяются в различных отраслях промышленности, в медицине, науке, на сервисных станциях. Большинство автоматических газоанализаторов, используемых в промышленности, являются одноканальными приборами, измеряющими один компонент. В отличие от них, например, автомобильный газоанализатор должен фиксировать концентрацию, как правило, нескольких компонентов выхлопа, в том числе, СО, СН и О₂. [3]

Медицинские учреждения применяют горючие и токсичные вещества, прежде всего, в своих исследовательских лабораториях. Кроме того, многие медицинские учреждения располагают местной энергосистемой и аварийными генераторными станциями с запасом топлива. [1]

Портативный — Удобный для ношения при себе, для переноса. Это значит, что в случае ЧС, газоанализатор должен быть компактным. Портативность необходима, например, для санитарной авиации. Большинство самолетов и вертолетов оборудованы аппаратами ИВЛ, которые самостоятельно не могут определить газовый состав смеси, что делает портативный газоанализатор незаменимым помощником.

В данной работе будет рассмотрена разработка портативного газоанализатора на основе микроконтроллера AVR328P, который после получения данных с датчиков, будет обрабатывать их, отображать на ЖК-дисплей и отправлять на ПК

1 Литературный обзор

1.1 Газоанализаторы

Газоанализаторы – это устройства, предназначенные для определения концентрации различных газов в газовой смеси. Наиболее распространены газоанализаторы для измерения горючих или токсичных газов, содержащихся в окружающем воздухе – воздухе рабочей зоны. Но существуют и другие типы устройств для измерения концентраций газов. Это и течеискатели, имеющие размеры сравнимые с размерами обычной шариковой ручки, и сложные газоаналитические комплексы с модулями отбора, и подготовки проб газа, едва помещающиеся в огромных, специально сконструированных климатических шкафах. Но все они служат одной цели: обеспечению безопасности производственного процесса, защите персонала, выпуску качественной продукции и охране окружающей среды. [4]

К индикаторам относятся переносные приборы, такие, например, как, приборы для поиска нарушений герметичности в различных устройствах, приборы для контроля концентрации токсических или взрывоопасных веществ в атмосфере, основанные на самых разнообразных принципах. К индикаторам также относятся и так называемые индикаторные патроны.

Наряду с названием "индикатор" применяется также обозначение детектор. Однако под понятием детектор чаще всего подразумевается собственно измерительное устройство - чувствительный элемент анализатора [11]

В большинстве случаев работа газоанализатора невозможна без ряда вспомогательных устройств, обеспечивающих создание определенной температуры и нужного давления, а также очистку газовой смеси от пыли и смол. В ряде случаев проводится очистка и от некоторых агрессивных веществ, мешающих измерениям компонентов.

При концентрации компонентов, превышающей установленный уровень, газоанализатор подает прерывистый звуковой сигнал.

1.2 Классификация газоанализаторов

Тип газоанализатора указан в прилагающейся к газоанализатору инструкции, либо маркировке и названии газоанализатора. Классификация их очень обширна. Так, по принципу действия, газоанализаторы классифицируют на пневматические, магнитные, электрохимические, полупроводниковые и др. Все приборы газового анализа также могут быть классифицированы:

- По функциональным возможностям (индикаторы, течеискатели, сигнализаторы, а также универсальные газоанализаторы);
- По конструктивному исполнению (стационарные, переносные и портативные газоанализаторы); Переносные газоанализаторы поддаются транспортировке, стационарный газоанализатор никуда перемещать нельзя, он зафиксирован на месте, а портативный газоанализатор компактен и мобилен.
- По количеству измеряемых компонентов (однокомпонентные и многокомпонентные газоанализаторы);
- По количеству каналов измерения (одноканальные и многоканальные газоанализаторы);
- По назначению (для обеспечения безопасности работ, для контроля технологических процессов, для контроля промышленных выбросов, для контроля выхлопных газов автомобиля). Другими словами, есть бытовые газоанализаторы, есть промышленные и автомобильные.

1.3 Виды газоанализаторов.

Термокондуктометрические газоанализаторы. Их действие основано на зависимости теплопроводности газовой смеси от ее состава.

Такой газоанализатор используются, если контролируемый компонент по теплопроводности существенно отличается от остальных.

Термохимические газоанализаторы. В этих приборах измеряют тепловой эффект химической реакции, в которой участвует определяемый компонент. В большинстве случаев используется окисление компонента кислородом воздуха.

Магнитные газоанализаторы. Применяют для определения кислорода. Их действие основано на зависимости восприимчивости газовой смеси от концентрации кислорода. Такие газоанализаторы позволяют избирательно определять кислород в сложных газовых смесях.

Пневматические газоанализаторы. Их действие основано на зависимости плотности и вязкости газовой смеси от ее состава. Диапазон измерения – от единиц до десятков процентов. Пневматические газоанализаторы не содержат электрических элементов и поэтому могут использоваться в помещениях любой категории пожароопасности. Элементы схемы, контактирующие с газами, выполнены из стекла и фторопласта, что позволяет анализировать очень агрессивные газы.

Изменения плотности и вязкости определяют, измеряя гидромеханические параметры потока. Распространены пневматические газоанализаторы трех типов.

- Газоанализаторы с дроссельными преобразователями измеряют гидравлическое сопротивление дросселя (капилляра) при пропускании через него анализируемого газа.
- Струйные газоанализаторы измеряют динамический. напор струи газа, вытекающего из сопла.
- Пневмоакустические газоанализаторы содержат два свистка с близкими частотами через один из которых проходит анализируемый газ, через

второй – сравнительный. Частота биений звуковых колебаний в смесителе частот зависит от плотности анализируемого газа. Биения усиливаются и преобразуются в пневматические колебания усилителем. Для получения выходного сигнала служит частотно–аналоговый преобразователь.

Инфракрасные газоанализаторы. Их действие основано на поглощении молекулами газов и паров инфракрасного излучения в диапазоне 1–15 мкм. Высокая специфичность молекулярных спектров поглощения различных газов обуславливает высокую избирательность таких газоанализаторов и их широкое применение в лабораториях и промышленности.

Ультрафиолетовые газоанализаторы. Принцип их действия основан на избирательном поглощении молекулами газов и паров излучения в диапазоне 200–450 нм.

Люминесцентные газоанализаторы. В хемилюминесцентных газоанализаторах измеряют интенсивность люминесценции, возбужденной благодаря химической реакции контролируемого компонента с реагентом, в твердой, жидкой или газообразной фазе.

Фотоколориметрические газоанализаторы. Эти приборы измеряют интенсивность окраски продуктов реакции между определяемым компонентом и специально подобранным реагентом. Реакцию осуществляют, как правило, в растворе или на твердом носителе в виде ленты, таблетки, или порошка (соотв. ленточные, таблеточные, порошковые газоанализаторы).

Ионизационные газоанализаторы. Их действие основано на зависимости электрической проводимости ионизированных газов от их состава. Появление в газе примесей оказывает дополнительное воздействие

на процесс образования ионов или на их подвижность. Возникающее при этом изменение проводимости пропорционально содержанию примесей.

Полупроводниковые газоанализаторы. Их действие основано на изменении сопротивления полупроводника (пленки или монокристалла) при воздействии анализируемого компонента смеси. Такие газоанализаторы применяют для определения горючих газов (в частности, H_2 , CH_4 , пропана), а также O_2 , CO_2 и др. [3]

1.4 Применение газоанализаторов

Применение анализаторов в медицине и экологии преследует цель получения объективных и точных результатов измерения.

1.4.1 Газоанализаторы в медицине

Параметров, которые подлежат обязательному контролю в медицинских учреждениях, несколько. Рассмотрим основные:

- Концентрация кислорода (O_2);
- Концентрация углекислого газа (CO_2);
- Относительная влажность и температура воздуха.

Невозможно представить современные медицинские учреждения, которые не использовали бы в интенсивной терапии медицинский кислород (O_2) и углекислый газ (CO_2).

Ингаляции кислорода применяются при различных заболеваниях, сопровождающихся гипоксией (нехваткой кислорода). К таким недугам относятся: заболевания сердечно-сосудистой системы, органов дыхания (пневмония, отек легких и др.), отравления различной этиологии (синильной кислотой, монооксидом углерода, удушающими веществами (хлор, фосген и др.), а также заболевания с нарушением окислительных процессов в организме и функции дыхания.

Применение кислорода и углекислого газа:

- кислород применяется для ингаляции в концентрации 40-60 % в смеси с воздухом либо смесь 95 % кислорода и 5 % углекислого газа;
- в анестезиологии кислород применяется в смеси с ингаляционными наркотическими анальгетиками;
- чистым кислородом и его смесью с углекислым газом пользуются при ослаблении дыхания в послеоперационном периоде;
- кислород применяется при интоксикациях.

Ингаляцию кислородом производят через маски или трубки, присоединенные специальными переходными устройствами к баллону или посредством централизованной подачи кислорода в палаты. Помимо этого, пользуются резиновыми подушками, наполняемыми кислородом из баллонов. [2]

1.4.2 Газоанализаторы в санитарной авиации

Во многих самолетах и вертолетах санитарной авиации присутствуют автоматические анализаторы газов крови, кислотно-щелочного состояния, электролитов, глюкозы и т.д. Выбор вида, типа и марки анализатора зависит исключительно от компании-перевозчика, но преобладающее большинство из них, измеряет такие параметры, как: относительная влажность, температура, концентрация углекислого газа и кислорода.

1.5 Общие требования

Разработка и создание анализаторов должна выполняться с учетом следующих общих требований:

- надежность приборов в работе;
- минимальные расходы на их эксплуатацию;
- большой срок службы;
- широкая область применения;
- минимальная стоимость;
- необходимая производительность;

- наличие выходных сигналов для взаимодействия с исполнительными устройствами.

Конструкция анализатора определяется характером среды, в которой ему придется работать. Поэтому различают следующие исполнения анализаторов:

- обычное;
- взрывозащищенное;
- для работы в условиях агрессивных или запыленных сред;
- вибропрочное.

Обычные анализаторы сконструированы для невзрывоопасных условий работы. Специальные требования к исполнению, естественно, повышают стоимость прибора.

При проектировании анализаторов должны учитываться все обстоятельства, которые могли бы неблагоприятно отразиться на четкости их работы.

При этом необходимо придерживаться следующих основных правил:

- Приборы не должны иметь более широкого диапазона измерения, чем это действительно необходимо для конкретной задачи.
- Чувствительность прибора должна быть такой, какая оправдывается потребностями контроля. Слишком чувствительные приборы, как правило, являются очень сложными в эксплуатации, более дорогими и требуют более квалифицированного обслуживания.
- В течение длительного времени должна сохраняться точность прибора.
- Анализатор должен быть спроектирован так, чтобы в процессе эксплуатации его можно было переградуировать.
- Анализаторы, являющиеся датчиками и измерительными преобразователями, должны обладать минимальной постоянной времени и унифицированным выходным сигналом.

- Приборы должны быть относительно простыми, чтобы их обслуживание не требовало высокой квалификации работников.
- Индикаторы должны удовлетворять такому важному требованию, как скорость измерения. Здесь большой скорости измерения с меньшей точностью обычно отдают предпочтение перед измерением более точным, но более длительным.

1.6 Поверка газоанализаторов.

Все газоанализаторы, в соответствии с законом периодически подвергается поверке или калибровке. Поверка производится один раз в год, периодичность калибровки устанавливается владельцем газоанализатора. При проведении поверки выполняются следующие операции:

- Внешний осмотр
- Определение электрического сопротивления изоляции, проверка герметичности газовой системы
- Определение метрологических характеристик.
- Определение основной приведенной погрешности газоанализатора.
- Проверка сигнализации о диапазоне измерений по унифицированному выходному сигналу

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве, ознакомившиеся с руководством по эксплуатации и освоившие работу с газоанализатором. При поверке газоанализаторов должны быть соблюдены меры безопасности.

Поверку газоанализаторов следует проводить при температуре окружающей среды и анализируемого газа $+ 20 \pm 5$ °С, относительной влажности окружающего воздуха до 80 % и атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие газоанализатора следующим требованиям:

- Комплектность газоанализатора должна соответствовать руководству по эксплуатации.
- Маркировка газоанализатора должна соответствовать установленным требованиям
- Корпус газоанализатора не должен иметь дефектов, препятствующих его функционированию;
- Резьба на штуцерах газоанализатора должна быть исправной, штуцеры должны быть прочно закреплены на корпусе и закрыты защитными заглушками.

В ходе поверки ведется протокол произвольной формы, в котором должны быть указаны:

- Номер протокола, дата поверки и владелец газоанализатора;
- Заводской номер поверяемого газоанализатора;
- Показания поверяемого газоанализатора и значения погрешностей.

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке. В таблицу вносится запись "Годен", заверенная подписью поверителя. При отрицательных результатах поверки должно быть оформлено извещение о непригодности газоанализатора, а в раздел "Сведения о поверке" вносится запись "Не годен", заверенная подписью поверителя.

К каждому газоанализатору в обязательном порядке прилагается инструкция. Цена газоанализатора определяется изготовителем. Установка газоанализаторов и их ремонт, должны проводить лица, и организации, имеющие специальное разрешение и допуск.

2 Выбор и обоснование структурной схемы

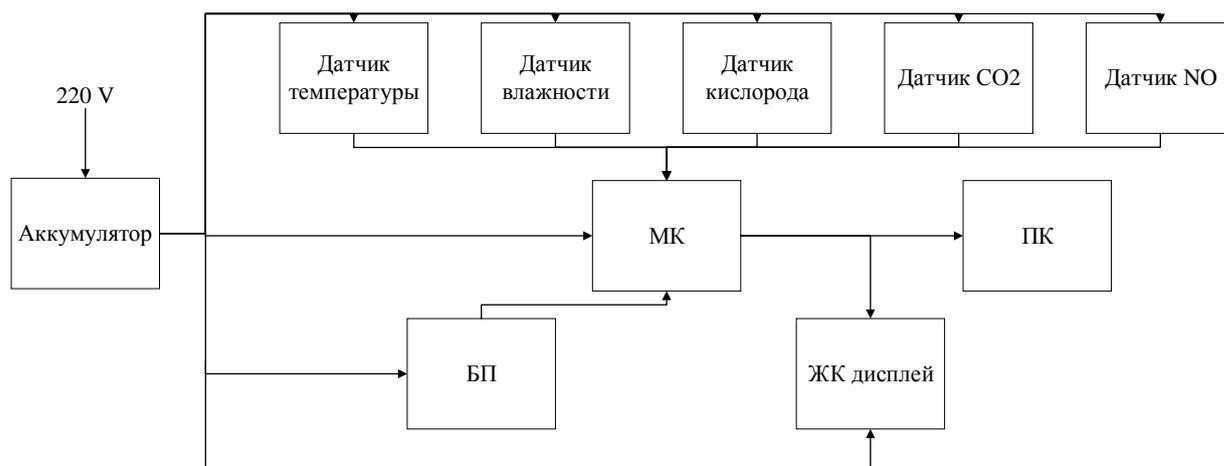


Рис 1. Структурная схема

Структурная схема состоит из 10 блоков, основным из которых является микроконтроллер, через который соединены остальные блоки.

На микроконтроллер будет приходить информация с датчиков для дальнейшей ее обработки. Датчики температуры и влажности не обладают высоким быстродействием и точностью, но зато они достаточно простые, недорогие и отлично подходят для обучения. Такие датчики выполнены из двух частей — емкостного датчика влажности и термистора. Чип, находящийся внутри, выполняет аналого–цифровое преобразование и выдает цифровой сигнал, который можно считать с помощью любого микроконтроллера. Для нашей задачи данного датчика будет достаточно.

Датчик углекислого газа и оксида азота, также обладает высокой точностью и быстродействием, но требует времени на разогрев. Несмотря на все плюсы и минусы характеристики датчика позволяют использовать его в нашем приборе.

Аккумулятор необходим для автономной работы прибора. Основными критериями выбора конкретного аккумулятора служат такие параметры как: цена, емкость, выходное напряжение, масса и габариты.

На ЖК дисплей приходит выводится информация с микроконтроллера, которая необходима для управления нашим устройством.

Блок программирования – это программно–аппаратное устройство, предназначенное для записи информации в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Он обеспечивает работу с микросхемой во всех режимах, предусмотренных разработчиком данной микросхемы.

3 Выбор и обоснование принципиальной схемы

3.1 Микроконтроллер и среда программирования

Вся схема (приложение А), включая датчики и ЖК–дисплей работают от 5V, поэтому необходимость в дополнительных схемах питания отпадает.

В качестве МК выберем ATmega 328P (рис. 2), из–за его малой цены и простоты. Его основные характеристики: [5]

Ядро	avr
Разрядность	8
Тактовая частота, МГц	20
Объем ROM–памяти	1k
Объем RAM–памяти	2k
Внутренний АЦП, кол–во каналов	8
Внутренний ЦАП, кол–во каналов	8
Напряжение питания, В	1.8...5.5
Температурный диапазон, С	–40...85

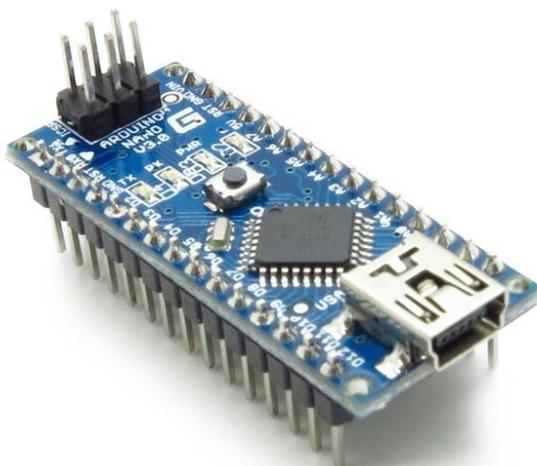


Рис 2. МК ATmega328p

Для программирования МК, можно использовать программатор на основе еще одного МК ATmega 328P, либо собрать ручную адаптер. Чтобы запрограммировать МК, выберем первый способ, т.к. в наличии уже присутствует программатор.

В качестве среды программирования выберем “Algorithm Builder”, из-за его простоты и наглядности. [6]

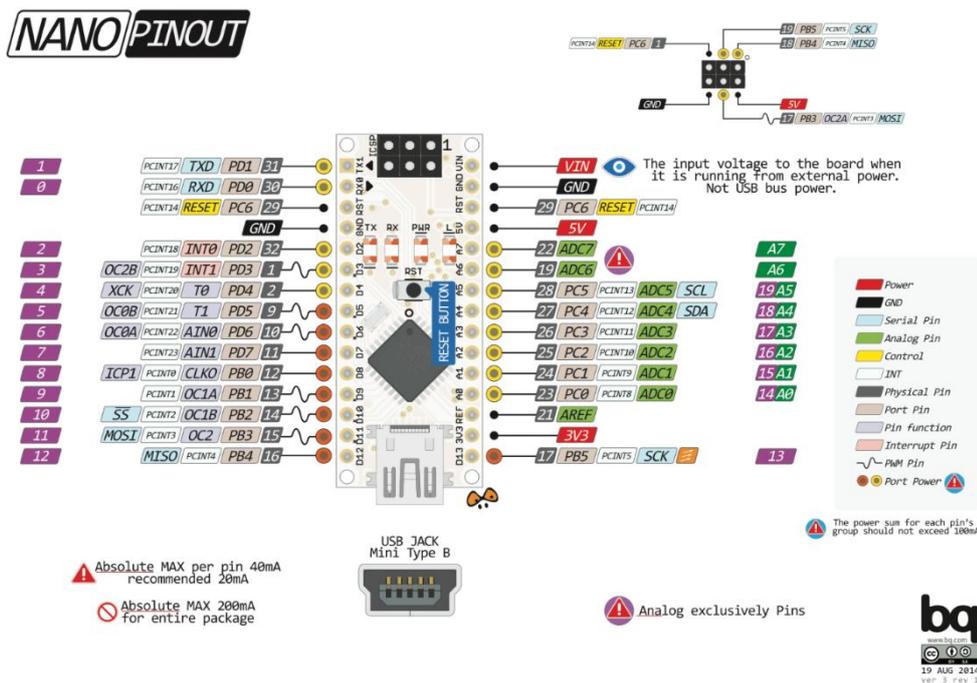


Рис 3. Устройство портов МК ATmega328p [7]

3.2 ЖК-дисплей

ЖК–дисплей будет работать в режиме 4–битной передачи данных, это значит, что 8–битное число будет разбито на 2 части и каждая из частей по очереди будет отправляться на дисплей. Такой режим передачи данных в 2 раза медленнее 8–битного, но позволяет сэкономить 4 вывода микроконтроллера. Для настройки дисплея, воспользуемся таблицей на рис. 8, где подробно описаны, в какой последовательности и какие числа необходимо отправлять, для корректной работы дисплея. [8]

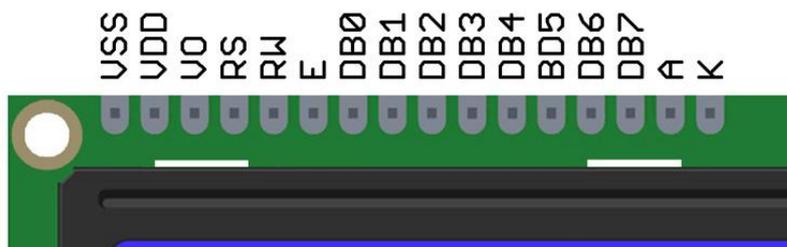


Рис 4. Выводы дисплея



Рис 5. LCD дисплей 1602

3.3 Датчик влажности и температуры

В качестве датчика влажности и температуры, был выбран датчик DHT11. Он рассчитан на диапазон изменения температуры от 0 до 50°C и диапазон изменения влажности от 20 до 95%. Для связи с МК используется однопроводная шина с открытым коллектором, поэтому обязательна подтяжка резистором 5 кОм к плюсу питания. Принцип работы (рис. 7) можно разбить на несколько, этапов. Для начала идет процесс инициализации, который задает непосредственно пользователь через МК. Он заключается в том, что необходимо для начала прижать шину к земле на 18–20 мс, а затем отпустить на 20–40 мкс. Далее в течении 160 мкс, DHT11 «сообщает» нам о готовности, изменением уровня, с нуля до питания с длительностями по 80 мкс. Заключительным этапом является чтение данных. Передача «0», также, как и передача «1», основывается на изменении уровня сигнала, но разница в том, что для «0», длительность высокого уровня сигнала составляет 26–28 мкс, а для «1», 70 мкс. В итоге данные от датчика передаются в виде посылки, состоящих из 40 бит, идущих в таком порядке: 8 бит целая часть влажности + 8 бит десятая часть влажности + 8 бит целая часть температуры + 8 бит десятая часть температуры + 8 бит контрольной суммы. [9]

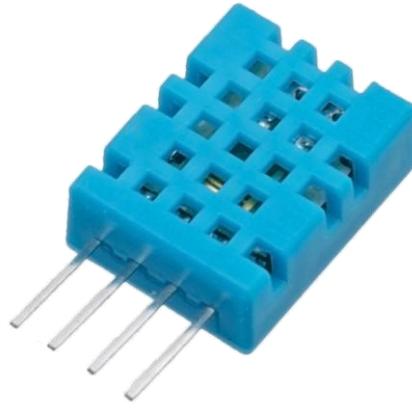


Рис 6. Цифровой датчик влажности и температуры DHT11

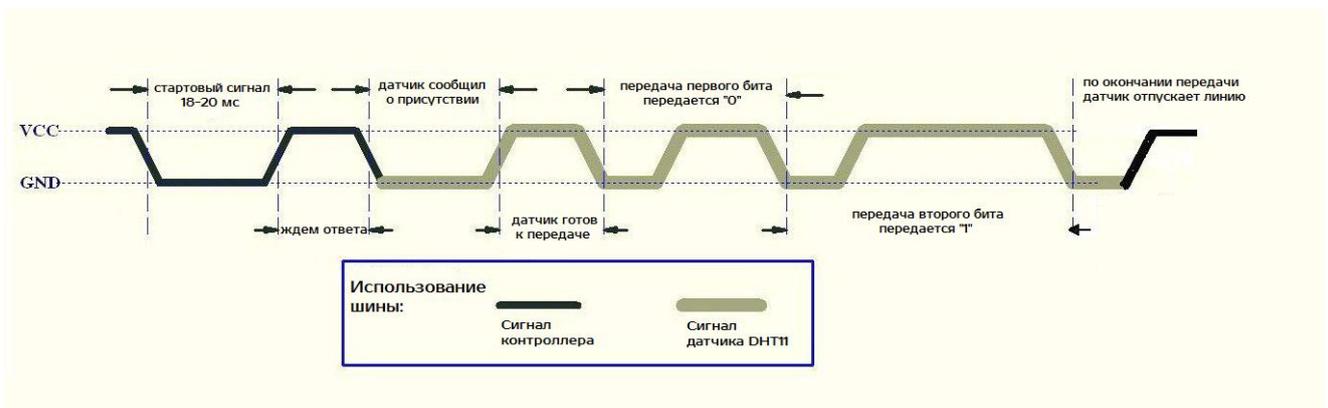


Рис 7. Принцип работы датчика DHT11 [9]

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when f_{sp} or f_{osc} is 270 kHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DDRAM address 0 in address counter.		
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Sets DDRAM address 0 in address counter. Also returns display from being shifted to original position. DDRAM contents remain unchanged.	1.52 ms	
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies display shift. These operations are performed during data write and read.	37 μ s
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets entire display (D) on/off, cursor on/off (C), and blinking of cursor position character (B).	37 μ s
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	—	—	—	Moves cursor and shifts display without changing DDRAM contents.	37 μ s
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	—	—	—	Sets interface data length (DL), number of display lines (N), and character font (F).	37 μ s
Set CGRAM address	0	0	0	1	ACG	Sets CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting.	37 μ s						
Set DDRAM address	0	0	1	ADD	Sets DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting.	37 μ s							
Read busy flag & address	0	1	BF	AC	Reads busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0 μ s							

Рис 8. Инструкция по настройке ЖК-дисплея [8]

3.4 Датчик углекислого газа и оксида азота

В качестве датчика углекислого газа и оксида азота был выбран датчик MQ135 (рис. 9). Это датчик контроля качества воздуха, поможет вам в обнаружении вредных веществ в окружающей среде (углекислый газ, угарный газ, аммиак, бензол, оксид азота и пары спирта). Напряжение на выходе модуля повышается с увеличением концентрации газа. Модуль имеет быстрый отклик и малое время восстановления. Для использования в различных условиях применения MQ-135 имеет возможность подстройки чувствительности.

Принцип работы датчика состоит в том, что аналого – цифровой модуль позволяет как получать данные о содержании газов к которым восприимчив газоанализатор, так и работать напрямую с устройствами, выдавая цифровой сигнал о превышении/уменьшении порогового значения. Датчик имеет регулятор чувствительности, что позволяет подстраивать датчик под нужды конкретного проекта. Модуль также имеет два светодиода: первый (красный) – индикация питания, второй (зеленый) – индикация превышения/уменьшения порогового значения.

Основным рабочим элементом датчика является нагревательный элемент, за счет которого происходит химическая реакция, в результате которой получается информация о концентрации газа. В процессе работы датчик должен нагреваться – это нормально. Также необходимо помнить, что за счет нагревательного элемента, датчик потребляет большой ток, поэтому рекомендуется использовать внешнее питание.

Перед началом использования рекомендуется прогреть датчик, т.е. оставить его включенным на сутки. Это поможет достичь стабильных показаний в процессе его дальнейшей работы.



Рис 9. Модуль датчика газа MQ-135

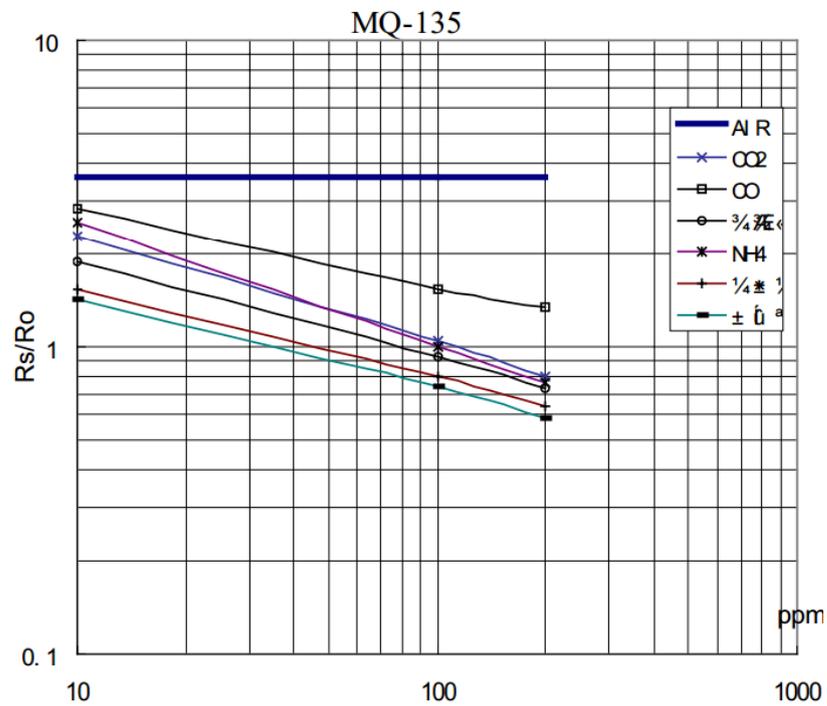


Рис 10. Типичные характеристики чувствительности для некоторых газов

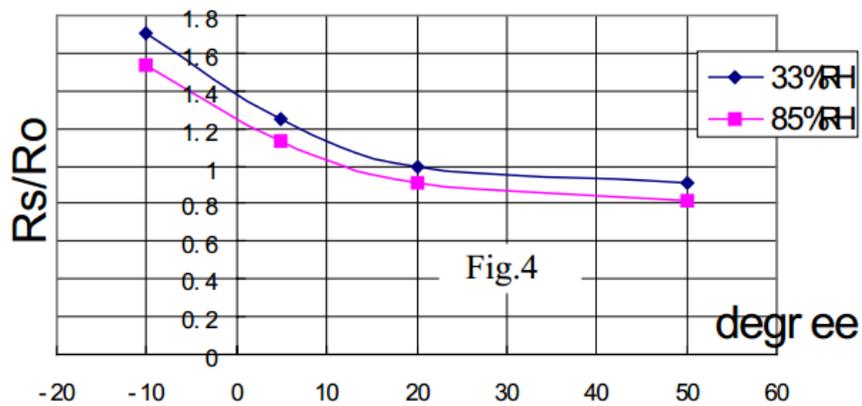


Рис 11. Типичная зависимость MQ-135 от влажности и температуры

3.5 Датчик кислорода

В качестве датчика кислорода был использован был выбран гальванический датчик ДК–16. Они представляют собой вид электрохимических датчиков с жидким щелочным или кислотным электролитом.

Сенсоры кислорода предназначены для преобразования парциального давления кислорода (pO_2) в газовых смесях в аналоговый сигнал постоянного тока или напряжения.

Схема включения (рис. 12) состоит из операционного усилитель А1, который должен иметь малый входной ток и малое напряжение смещения нуля. В устройствах с автономным питанием для снижения потребляемой мощности сопротивление резисторов R1 и R2 может быть увеличено в 10—50 раз, хотя при этом возможно возрастание дрейфа напряжения смещения.

Не рекомендуется использовать инвертирующее включение операционного усилителя, т.к. при таком включении через датчик кислорода протекает встречный ток, равный по величине собственному току датчика, что может привести к его нестабильной работе и снижению ресурса.

Электрохимические датчики кислорода являются сенсорами парциального давления кислорода. Выходной сигнал датчика зависит не только от объёмного содержания кислорода, но и от абсолютного давления. Это значит, что, если необходимо получать информацию об объёмном содержании кислорода в условиях, когда давление в анализируемой газовой среде может существенно изменяться, следует вводить соответствующую коррекцию.

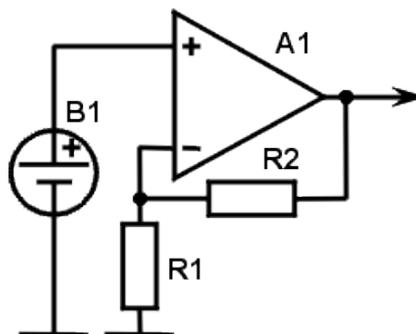


Рис 12. Схема включения датчика

Наименование	ДК-16
Диапазоны измерения pO_2 , кПа	0÷30 0÷100 –
Основная приведённая погрешность, %: при давлении от 66 до 106,7 кПа при давлении от 66 до 1000 кПа	±1 –
Выходное напряжение на воздухе, мВ: для диапазона 0—30 кПа для диапазона 0—100 кПа для диапазона 0—250 кПа	15÷45 3÷15 –
Чувствительность нетермокомпенсированных датчиков, мкА/кПа	0,2÷1,3
Время установления выходного сигнала T_{90} (при 20 °С), с	7÷15
Масса, г, не более	15
Средний ресурс работы на воздухе, мес.	18
Срок гарантии, лет	1

Рис 13. Технические характеристики ДК–16

3.6 Связь с ПК

Связь портативного газоанализатора с ПК осуществляется с помощью программ Delphi7 и AlghoritmBuilder. Данные отправляются только в одну сторону, от прибора в ПК. Для начала, 4 байта информации (2 на влажность, 2 на температуру) по очереди кладутся в регистр UDR0, модуля USART микроконтроллера. Байт можно положить в регистр только если он пуст, поэтому после отправки каждого байта он проверяется на наличие в нем информации.

После отправки байта, Delphi7 принимает и обрабатывает полученную информацию, путем математической операции. Так как информация состоит из десятков и единиц и представлена в виде ASCII–кода, то для начала надо избавиться от 4 старших байтов, необходимых для инициализации в LCD дисплее. Этот этап корректнее проводить в ПК, а не в МК, чтобы лишний раз не перегружать кристалл. Далее десятки и единицы складываются, для того чтобы получить конечное значение.

В итоге для качественной оценки связи ПК с устройством, был построен график, на котором влажность и температура зависят от реального времени. График обновляется раз в секунду (рис. 14).

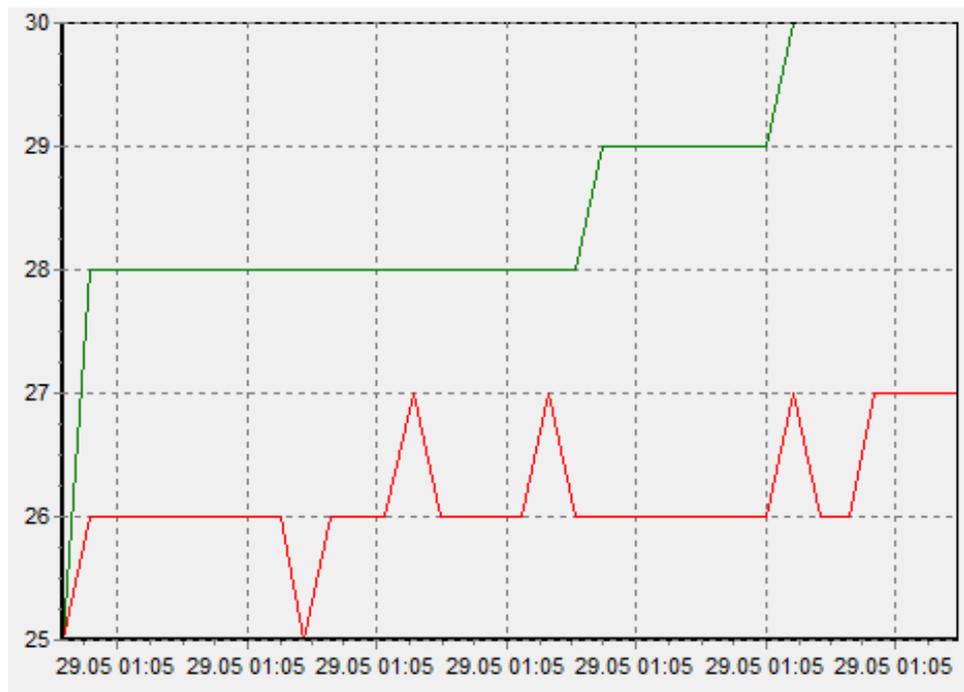


Рис 14. График зависимости влажности и температура от реального времени

4 Алгоритм работы

Основная программа. Выводит значение температуры и влажности на дисплей каждую секунду.

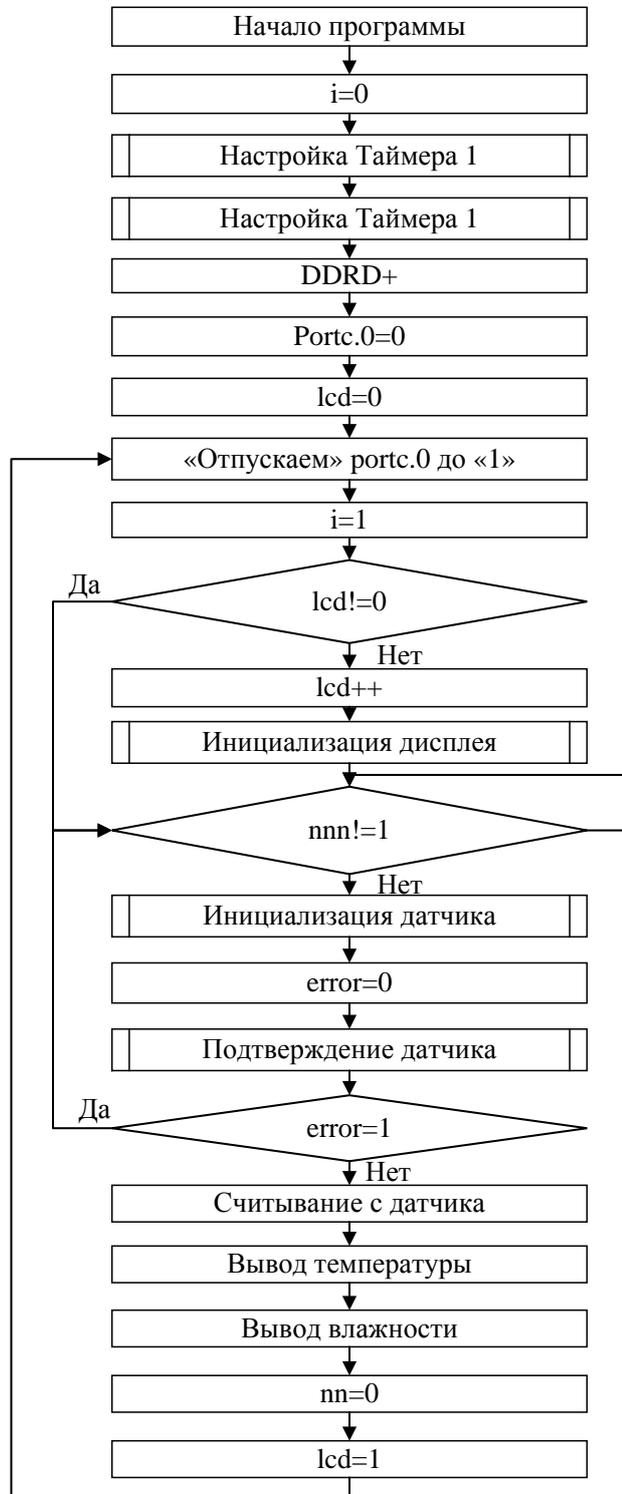


Рис 15. Алгоритм основной программы

Подпрограмма инициализации датчика. Для начала работы, необходимо «сообщить» датчику, что мы готовы работы, для этого на 18 мс, нужно прижать его к земле. В случае ошибки на этом этапе, вывести на экран фразу «Error1».

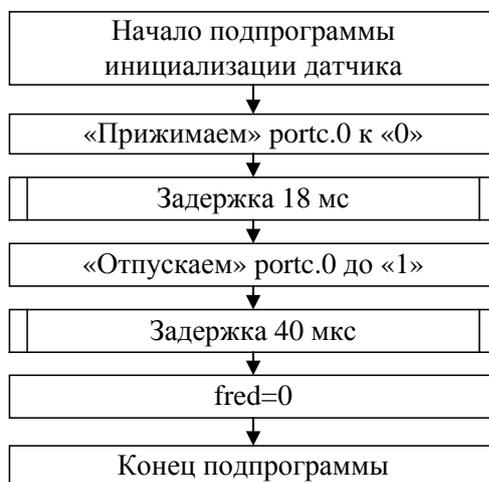


Рис 16. Алгоритм подпрограммы инициализации датчика

Подпрограмма формирования байтов. Сформировать 5 байт данных, каждый из которых отвечает за температуру или влажность.



Рис 19. Алгоритм подпрограммы формирования байтов

Подпрограмма инициализация дисплея. Настраиваем дисплей, путем задания режима вывода, наличия курсора, количества строк, и т.д.



Рис 20. Алгоритм подпрограммы инициализации дисплея

5 Социальная ответственность

В данной выпускной квалификационной работе был разработан макет портативного газоанализатора.

Целью данного раздела является анализ и оценка вредных, и опасных факторов труда, которые могут оказать воздействие на персонал, занимающийся разработкой, установкой и обслуживанием портативного газоанализатора. Проведена разработка мер защиты от этих факторов, оценка условий труда. Так же в данном разделе, рассмотрены вопросы, касающиеся непосредственно техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

5.1 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации портативного газоанализатора.

Для выбора факторов используется ГОСТ 12.0.003–74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы.

Таблица 1. – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по созданию макета портативного газоанализатора.

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003–74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Конструирование элементов макетной платы	1. Отклонение показателей микроклимата	1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ
2) Подключение измерительных приборов	2. Вредные вещества	2. Термический ожог	ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ
3) Ремонт и настройка элементов макетной платы	3. Недостаточная освещенность рабочей зоны		СП 52.13330.2011 ГОСТ 12.1.030–81 ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ;
4) Экспериментальное исследование			

Ниже рассматриваются более подробно выявленные вредные и опасные факторы. Каждый фактор рассматривается в последовательности: источник возникновения фактора; приведение допустимых норм с необходимой размерностью; предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные) для минимизации воздействия фактора.

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов

5.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Заводы и промышленные центры, находящиеся в черте города являются источниками большого количества вредных для человека газов. Допустимые нормы температуры, влажности и скорости движения в рабочей зоне производственных помещений приведены в таблице 2, а оптимальные в таблице 3. Согласно ГОСТ 12.1.005–88.

Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий может резко ухудшать его самочувствие, снижать производительность труда и приводить к заболеваниям.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, и может привести к перегреву организма, вызвать нарушение терморегуляции, к ухудшению самочувствия, снижению внимания, тепловому удару, увеличению нагрузки на сердце. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее переохлаждение организма, стать причиной простудного заболевания, привести к заболеваниям периферийной нервной системы (радикулит, бронхит, ревматизм). Низкая влажность может вызывать пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей работающего.

Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах и отрицательно при низких.

Таблица 2. – Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, ккал/ч	Температура воздуха, С°		Температура поверхностей, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			ниже оптимальных величин, не более	выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Іб (140–174)	19,0–20,9	213,1–24,0	18,0–25,0	15–75	0,1	0,2
Теплый	Іб (140–174)	20,0–21,9	24,1–28,0	19,0–29,0	15–75	0,1	0,3

Таблица 3 – Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, ккал/ч	Температура воздуха, С°	Температура поверхностей, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб (140–174)	21–23	20–24	60–40	0,1
Теплый	Іб (140–174)	22–24	21–25		

Для обеспечения допустимой температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха применяются системы вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления на предприятиях, а также средства индивидуальной защиты. Согласно ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ.

5.1.1.2 Вредные вещества

Исследуемый прибор состоит из следующих элементов: микроконтроллер, программатор, дисплей, датчик влажности и температуры и различные электронные компоненты. Электрическое соединение компонентов на печатной плате проводится при помощи пайки. Пайка осуществляется преимущественно оловянно–свинцовым припоем, с использованием канифоли. При пайке выделяются вредные вещества,

которые воздействуют на человека и на окружающую среду. В таблице приведены вещества, которые выделяются при пайке, а также класс опасности и предельно–допустимые концентрации (ПДК) для припоев.

Поступление вредных веществ в организм человека в условиях изготовления и использования припоев возможно при вдыхании загрязненного воздуха, а также с водой и пищей при несоблюдении работниками личной гигиены. Действие свинца на организм человека заключается в поражении нервной системы, крови, сосудов.

Пары канифоля и припоя могут оседать на приборах, тем самым попадая внутрь организма.

Таблица 4 – Класс опасности и ПДК припоев.

Вещество (состав)	Класс опасности	ПДК в воздухе рабочей зоны мг/м ³
Припой ПОС 40; ПОС 61	1	0,01(По свинцу)
ПОЦ 10; ПОЦ 55	3	10 (По олову)

где класс опасности по степени воздействия на организм:

- 1 – чрезвычайно опасные;
- 3 – умеренно опасные.

Лаборатория должна быть оснащена вытяжной вентиляцией, а исследователь должен использовать индивидуальные средства защиты. По окончании работ следует полностью протереть и убрать рабочее место и вымыть руки и лицо.

5.1.1.3 Недостаточная освещенность

Свет – это один из важнейших факторов внешней среды, который оказывает разносторонне биологическое действие на организм и играющий важную роль в сохранении здоровья и высокой работоспособности. Повышенная производительность труда, высокий уровень работоспособности и положительное психологическое действие на человека в высокой степени зависит от правильно спроектированного освещения. Недостаточная, избыточная или нерациональная освещенность может стать причиной травм, снижения производительности труда, а также отразиться на качестве выполняемых работ. Основным нормативным документом в области освещенности в производственном процессе является СНиП 23–05–95 (СП 52.13330.2011).

В лаборатории используются два вида освещения: естественное и искусственное.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Согласно СНиП 23–05–95* (СП 52.13330.2011), в процессе выполнения экспериментальной части выпускной квалификационной работы бакалавра, производились зрительные работы, относящиеся к 3 разряду – высокая точность, наименьший размер объекта различения 0,3 – 0,5 мм, подразряд работы – в, контраст объекта различения с фоном – большой, характеристика фона – темный, значение комбинированного освещения 600 Лк. Значение показателя ослеплённости (Р) не более 20, а коэффициента пульсации (Кп) не более 15 %.

Коэффициент естественного освещения (КЕО) при верхнем или комбинированном освещении равен 3%, при боковом – 1,2%.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов

5.1.2.1 Поражение электрическим током

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Основным источником электрического тока является источник питания портативного газоанализатора.

Причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции; короткое замыкание и др.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 – 82. Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек. При прикосновении человека с прибором между его рукой и ногами не будет возникать разницы потенциалов, и ток через человека не потечет. Данное помещение относится к помещениям без повышенной опасности.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, проходят инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

б) осуществляется постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлении;

в) эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются;

Все перечисленные мероприятия выполнены, лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током.

На рабочем месте все приборы имеют защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом (ГОСТ 12.1.030–81). Все сотрудники должны пройти инструктаж по электробезопасности.

5.1.2.2 Термическая опасность

При пайке компонентов можно получить серьезный ожог. Чтобы исключить такой случай, необходимо соблюдать технику безопасности при работе с паяльником. Коротко сформулированы следующие правила:

- проверить исправность паяльника
- держать паяльник только за ручку, избегая прикосновения к жалу
- при пайке не наклоняться над паяльником ближе 20 см. во избежание попадания брызг олова и горячих паров газа
- не работать вблизи легковоспламеняющихся предметов
- в перерывах между работой ставить паяльник на подставку
- в перерывах между работами выключать паяльник
- при выключении не тянуть провод

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. В научно–исследовательской работе проектируется прибор, состоящий из множества микросхем, электрическое соединение которых производится при помощи пайки. Пайка осуществляется оловянно–свинцовым припоем. Свинец является одним из токсичных металлов и включен в списки приоритетных загрязнителей окружающей среды. Поэтому в последние годы человечество отказывается от свинцовых припоев и покрытий, что ведет к изменению технологии пайки и инфраструктуре сборочных средств. Происходит корректировка режимов пайки и, как следствие, доработка технологического оборудования.

5.2.2 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования

Жизненный цикл портативного газоанализатора включает в себя следующие основные стадии:

1. *Предпроектная (начальная) стадия* включает предплановый патентный поиск, разработка и согласование технического задания, выбор направления исследования; инвестиционный анализ, оформление исходно–разрешительной документации, привлечение кредитных инвестиционных средств.
2. *Стадия проектирования* включает разработку структурной и принципиальной схем, организацию финансирования, руководство проектированием.
3. *Стадия сборки.* На данной стадии производится сборка макета портативного газоанализатора.

4. *Стадия эксплуатации* прибора предполагает применение прибора в населенных пунктах и на предприятиях

5. *Стадия утилизации*. Утилизация проходит в несколько этапов. В первую очередь, специалисты по утилизации разбирают прибор на детали. Полученные компоненты сортируют по видам вторичного сырья (лом черных и цветных металлов, электронный лом) и отправляются на переработку.

Электронные компоненты отправляют на аффинажный завод. При этом оформляется паспорт по извлеченным драгоценным металлам (ДРМ). Все драгоценные металлы, полученные в процессе аффинажа, по закону, должны быть сданы государству. В противном случае утилизация может быть расценена как незаконный оборот драгметаллов.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В случае ЧС, необходимо немедленно позвонить в пожарную службу по номеру «01» со служебного телефона или «101» с мобильного телефона.

Доведение сигналов оповещения ГО и в случае ЧС до персонала объектов осуществляется с помощью каналов радиовещания, по радиотрансляционным сетям и сетям связи. На территории ИОА СО РАН не используют, не производят, не перерабатывают, не хранят радиоактивные и взрывоопасные вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации. В качестве наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций техногенного характера рассматривается:

- пожар на территории объекта;

Данное помещение, где разрабатывается макет портативного газоанализатора согласно НПБ 105–03 Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, относиться к категории В, так как в помещении присутствуют горючие и трудногорючие жидкости, вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть.

Опасными факторами пожара для людей являются токсичные продукты горения, пониженная концентрация кислорода, открытый огонь, дым, повышенная температура воздуха, искры, повреждение и обрушение зданий, установок, сооружений, а также взрыв.

Для предотвращения пожара необходимо соблюдать следующие меры:

- уменьшение определяющего размера горючей среды;
- предотвращение образования горючей среды.

При перегреве, коротких замыканиях и т.п. возможно возгорание электроустановок, электропроводки. Для тушения пожара необходимо применять специальные средства, невозможно использовать воду и другие токопроводящие вещества. Поэтому помещения должны быть оборудованы средствами для тушения электроустановок и электропроводок под напряжением. Тип огнетушителей: ОУ–10.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

К общей части нормативно–правовых основ охраны труда относится: Трудовой кодекс Российской Федерации.

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

Службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы.

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Организация рабочего места заключается в обеспечении условий, исключающих утомляемость и профессиональные заболевания и выборе необходимой технической базы для обеспечения этих условий.

Помещение, в котором расположено рабочее место должно иметь большие и чистые окна. Большие окна дают необходимую освещенность на рабочем месте с естественным дневным светом. Следует предусмотреть на окнах светлые шторы, например, из белого или голубого шелка, которые

позволяют создать белый рассеянный свет в яркий солнечный день и предотвратить попадание прямых солнечных лучей на рабочее место и в лицо сотрудника, которые раздражающе действуют на последнего.

Для обеспечения благоприятных условий микроклимата помещение должно быть оборудовано системой вентиляции

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности.

Трудовая деятельность в лаборатории относится к категории В – творческая работа в режиме диалога с ПК, третья категория тяжести.

Количество и длительность регламентированных перерывов, их распределение в течение рабочей смены устанавливается в зависимости от категории работ на ПК и продолжительности рабочей смены. Так как рабочая смена составляет около 8 часов, то перерывы происходят через 1,5– 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5–2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый.

Планировка рабочего места должна предусматривать:

- а) возможность выполнения рациональных движений, необходимых для осуществления трудового процесса;
- б) наиболее экономное использование производственных площадей
- в) рациональное расположение приборов и оснастки в соответствии с последовательностью технологического процесса, возможность экономных движений оператора для осуществления трудового процесса и его безопасность.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В данной научно–исследовательской работе проводится разработка макета портативного газоанализатора. Результаты, полученные в ходе работы макета, позволяют создать климатическую карту местности. В качестве общей области применения результатов исследования выберем населенные пункты, где анализ экологической ситуации интересен в первую очередь населению. Кроме того, разработка может быть интересна заводам легкой и тяжелой промышленности, где экологическая ситуация может влиять на здоровье работников. Таким образом, можно сделать вывод о том, что основной сегмент рынка представлен жителями населенного пункта и промышленным предприятиям.

Целью данного раздела является подтверждение описанных в выпускной квалификационной работе технических решений, обосновывающих экономическую необходимость и целесообразность выполнения научно–технического исследования.

В задачи раздела входит: определение потребителей результатов исследования, оценка конкурентоспособности по технологии QuaD, выполнение SWOT–анализа, планирование научно–технического исследования с разработкой графика проведения исследования, расчет бюджета научно–технического исследования, оценка эффективности проведенного исследования.

6.1.2 Технология QuaD

Для описания качества новой разработки и ее перспективности на рынке, позволяющее принимать решение целесообразности вложения денежных

средств в научно–исследовательский проект, используем технологию QuaD (Таблица 5).

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Надежность	0,1	20	100	0,2	2
2. Безопасность	0,05	90	100	0,9	18
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	70	100	0,7	7
4. Уровень шума	0,05	60	100	0,6	12
5. Простота эксплуатации	0,1	100	100	1	10
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	75	100	0,75	15
7. Ремонтопригодность	0,15	70	100	0,9	6
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
8. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	8
9. Цена	0,2	95	100	0,95	4,75
10. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	90	100	0,9	9
Итого	1			7,7	91,75

Так как средневзвешенное значение $P_{cp} = 91,75$ относится к диапазону от 80 до 100 – то разработку можно считать перспективной.

6.1.3 SWOT – Анализ

SWOT–анализ поможет выявить слабые и сильные стороны проекта, также возможности и угрозы, то есть исследовать данный проект (работу) для внешней и внутренней среды (Таблица 2).

Таблица 6 – Матрица SWOT

<p>Сильные стороны научно–исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность технологии. С2. Высокая функциональная мощность разработки. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Легкое в освоении ПО. С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно–исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл2. Недостаточная эргономичность Сл3. Большой срок поставок комплектующих Сл4. Малый диапазон измерений</p>
<p>Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт В2. Снижение таможенных пошлин на материалы, используемые при научных исследованиях В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно–исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	+	–	–
	B2	+	–	+	–	–
	B3	+	–	–	–	–

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- B1B2C1C3

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

		Слабые стороны			
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Возможности проекта	В1	+	–	–	–
	В2	–	–	+	–
	В3	–	–	–	0

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- В2Сл3

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Угрозы проекта	У1	–	–	+	–	–
	У2	–	–	–	–	–
	У3	+	–	+	–	–
	У4	+	–	+	–	+

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- У1У3У4С1С3

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

		Слабые стороны			
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Угрозы проекта	У1	+	+	–	+
	У2	–	0	–	+
	У3	+	–	–	–
	У4	+	–	–	–

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- У1Сл1Сл2Сл4
- У1У2Сл4

Составив и проанализировав интерактивные матрицы проекта, составим итоговую матрицу SWOT–анализа (Таблица 6).

Таблица 11 – Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность технологии. С2. Высокая функциональная мощность разработки. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Легкое в освоении ПО. С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл2. Недостаточная эргономичность Сл3. Большой срок поставок комплектующих Сл4. Малый диапазон измерений
Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт В2. Снижение таможенных пошлин на материалы, используемые при научных исследованиях В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	<ul style="list-style-type: none"> • Появление спроса и снижение таможенных пошлин позволит сделать разработку дешевле, а значит можно улучшить функциональную мощность прибора, при одинаковых затратах 	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение таможенных пошлин на комплектующие, расширит возможности выбора способа доставки, что уменьшит срок их поставок
Угрозы: У1. Отсутствие спроса У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.	<ul style="list-style-type: none"> • Более низкая стоимость производства и экономичность технологии позволят увеличить спрос, а также минимизировать потери при введении дополнительных требований при сертификации и несвоевременном финансовом обеспечении 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие инжиниринговой компании, недостаточная эргономичность и малый диапазон измерений, могут уменьшить спрос на разработку • Из-за малого диапазона измерений, конкуренты могут быть более привлекательны для потребителей, что приведет к уменьшению спроса

Благодаря SWOT-анализу, можно сделать вывод о том, что сильной стороной проекта является его простота и экономичность, что позволит расширить диапазон возможностей, а также уменьшить влияние угроз на реализацию проекта. Но малый диапазон измерений и большой срок поставки комплектующих, может сильно усложнить поставку на рынок.

6.2 Планирование научно–исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ была установлена соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ (Таблица 12).

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Выбор направления исследований	Пестунов Д. А., Молдабеков А.С.
	2	Составление и утверждение технического задания	Пестунов Д. А.
	3	Календарное планирование работ по теме	Пестунов Д. А.
	4	Подбор и изучение материалов по теме	Молдабеков А.С.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Написание теоретической части	Молдабеков А.С.
	6	Оценка эффективности полученных результатов и определение целесообразности ОКР	Пестунов Д. А.
	7	Закупка комплектующих	Молдабеков А.С.
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка алгоритма программы в AlghoritmBuilder	Молдабеков А.С.
	9	Разработка и расчет параметров принципиальной схемы	Пестунов Д. А., Молдабеков А.С.
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	10	Конструирование и изготовление макета	Пестунов Д. А., Молдабеков А.С.
	11	Лабораторные испытания макета	Пестунов Д. А., Молдабеков А.С.
	12	Оценка полученных результатов	Пестунов Д. А.

Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно–технической документации)	Молдабеков А.С.
--	----	--	-----------------

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого значения трудоемкости используем формулу:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.–дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.–дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.–дн.

После того, как рассчитали $t_{ожі}$, рассчитывается продолжительность каждой

работы в рабочих днях: $T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$,

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. Дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.–дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для разработки графика проведения научного исследования будет использована диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (Таблица 8).

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 1,5$$

На основе таблицы Г.1, строится календарный план–график (Приложение Г). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно–исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

6.2.4 Бюджет научно–технического исследования (НТИ)

В состав затрат, необходимых для реализации проекта включено:

- Материальные затраты;
- Затраты на специальное оборудование для научных исследований;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы.

6.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Таблица 13 – Материальные затраты.

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		НР	И	НР	И	НР	И
Ручка шариковая	Руб.	1	1	15	15	15	15
Упаковка бумаги (А4)	Руб.	0,5	0,5	350	350	175	175
Оплетка для выпайки	Руб.	–	1	–	400	–	400
Флюс	Руб.	1	–	150	–	150	–
Провод монтажный	Руб.	–	1	–	130	–	130
Итого				515	895	340	720

Итого по статье «материальные затраты» – 1060 руб.

6.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных исследований

В состав затрат на специальное оборудование входят все затраты, связанные с приобретением программаторов, микроконтроллеров и другой периферии. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам (Таблица 14).

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования		Цена единицы оборудования, руб.		Общая стоимость оборудования, руб.	
		НР	И	НР	И	НР	И
1.	Микроконтроллер AVR328P	1	1	150	150	150	150
2.	Датчик влажности и температуры DHT11	–	1	–	50	–	50
3	LCD-дисплей 1602	–	1	–	250	–	250
4	Макетная плата	–	1	–	200	–	200
Итого:						150	650

Итого по статье «затраты на специальное оборудование» – 800 руб.

6.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12–20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Оклад по данным ТПУ для доцента кафедры со степенью кандидат наук составляет 26300 рублей без районного коэффициента. (РК=1.3)

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

Таблица 15 – Баланс рабочего дня

Месячный должностной оклад работника:

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	52	52
– праздничные дни	13	13
Потери рабочего времени		
– отпуск	24	48
– невыходы по болезни	10	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	266	242

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

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_T	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	КН	–	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2159	20	43180
Инженер	–	1	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1425	90	128250
Итого $Z_{осн}$										171430

Итого по статье «Основная заработная плата» – 171430 руб.

6.2.4.4 Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет производится по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$Z_{доп}$ (руководитель) = 5181,6 руб.

$Z_{доп}$ (инженер) = 15390 руб.

Итого по статье «дополнительная заработная плата» – 20571,6 руб.

6.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (27,1).

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Пестунов Д.А.	43180	5181,6
Молдабеков А.С.	128250	15390
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	$k_{\text{внеб}} = 0,271$	
Итого		
Руководитель проекта	13106	
Инженер	38926,4	

Итого по статье «Отчисления во внебюджетные фонды» – 52032,4 руб.

6.2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = 39343$$

Итого по статье «Накладные расходы» – 39343 руб.

6.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно–технической продукции (Таблица 18).

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	1060	0,4
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	800	0,3
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	171430	60,1
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20571,6	7,2
5. Отчисления во внебюджетные фонды	52032,4	18,2
6. Накладные расходы	39343	13,8
7. Бюджет затрат НТИ	285237	100

6.2.5 Оценка эффективности НИ

Эффективность данной разработки заключается в том, что аналогов данного прибора очень мало, а цена и простота проекта, позволит его быстро реализовать. Создание климатической карты местности, позволит быстрее реагировать на потенциальные угрозы.

Таким образом, поставленная цель достигнута, решены поставленные задачи.

По технологии QuaD, $P_{cp} = 91,75$, что говорит о перспективности разработки.

SWOT–анализ позволяет сделать выводы, о сильных сторонах проекта, способах расширить диапазон возможностей, а также сузить диапазон угроз и наоборот.

Был сформирован перечень этапов и произведено распределение исполнителей. Был разработан график проведения научного исследования, который включает в себя 13 этапов выполнения исследования, которые заняли 28 дней для руководителя и 134 дня для инженера.

Рассчитан бюджет научно–технического исследования, общая сумма затрат составила 285237 рублей.

Заключение

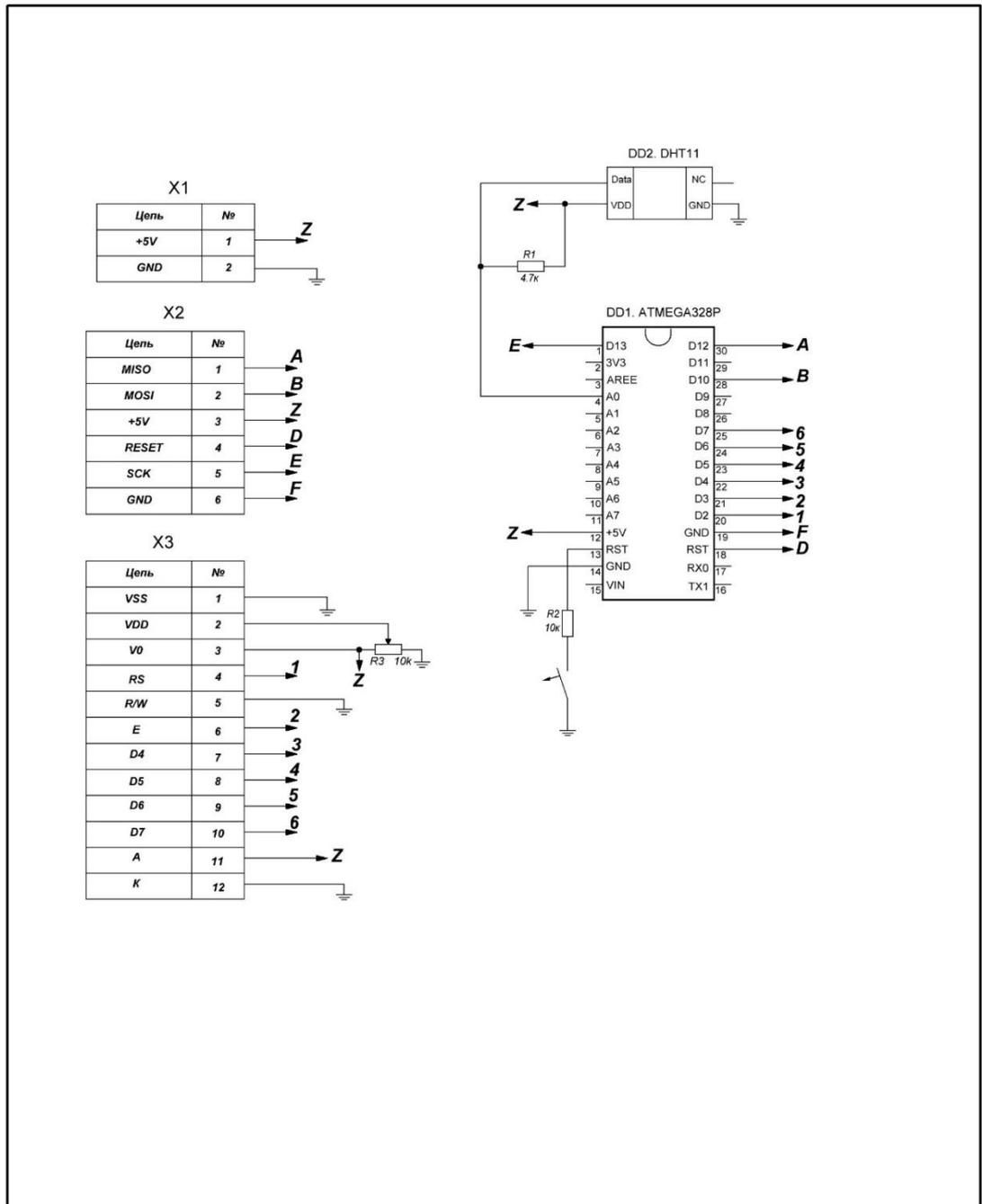
В данной выпускной квалификационной была разработана и собрана на практике схема портативного газоанализатора. Разработанная схема построена на МК ATmega328P. Схема (приложение Б) получилась небольшая по габаритам и полностью соответствует предъявленным техническим требованиям. Алгоритм был написан в AlghoritmBuilder (Приложение В), а связь с ПК осуществлена с помощью Delphi7. Программа наглядная и очень легкая в освоении. Можно сделать вывод, о том, что первый опыт программирования был получен и начало «положено». В дальнейшем планируется улучшать конструкцию газоанализатора улучшения элементов, которые позволят определить концентрации кислорода и углекислого газа более точно. В итоге, можно сказать, что все цель выпускной квалификационной работы была полностью выполнены.

Список литературы

1. GasDetection. Устройства и технологии обнаружения газов [Электронный ресурс]: Типичные сферы применения газоанализаторов – Режим доступа: <http://gasdetection.ru/publ/tekhnologii/>, свободный
2. ЭКСИС [Электронный ресурс]: Газоанализаторы в медицине – Режим доступа: <http://www.eksis.ru/materials/articles/gazoanalizatory-v-meditsine.php>, свободный
3. Afriso. Euro-index [Электронный ресурс]: Газоанализаторы – Режим доступа: <http://afriso.ru/information/gazoanalizatory/>, свободный
4. GasDetection. Устройства и технологии обнаружения газов [Электронный ресурс]: Классификация – Режим доступа: http://gasdetection.ru/publ/tekhnologii/klassifikacija_gazoanalizatorov/, свободный
5. Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete – San Jose: Atmel Corporation, 2015. – 660с.
6. Manual. Графическая среда разработки программного обеспечения для микроконтроллеров с архитектурой AVR “Algorithm Builder”
7. Big Dan the Blogging Man [Электронный ресурс]: Can’t Get I2C to Work on an Arduino Nano? (Pinout Diagrams) – Режим доступа: <https://bigdanzblog.wordpress.com/2015/01/30/cant-get-i2c-to-work-on-an-arduino-nano-pinout-diagrams/>, свободный
8. Hitachi. HD44780U (LCD-II) – Tokyo: Hitachi, Ltd., 1998. – 60с.
9. DHT11 Humidity & Temperature sensor – UK: D-Robotics, 2010. – 9с
10. Группа компаний ГАРО [Электронный ресурс]: Продукция – Режим доступа: <http://www.garo-info.ru/article.php?id=95&rid=17>, свободный
11. Зубков М.В., Локтюхин В. Н., Совлуков А.С., "Датчики и измерительные преобразователи для контроля окружающей среды": учебное пособие; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2009, 64с.

Приложение А

(Обязательное)



ФЮРА.ХХХХХХ.116									
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Цифровой датчик влажности и температуры	Лит	Масса	Масштаб	1:2
		Молдабеков				У			
		Торгаев				Лист 1	Листов 1		
		Т. контр.			Схема электрическая принципиальная	ТПУ ИНК Группа 1Д31			
		Реценз.							
		Н. контр.							
		Утверд.							

Приложение Б (Обязательное)



Рис Б.1. Реализованная макет портативного газоанализатора

Приложение В

(Обязательное)

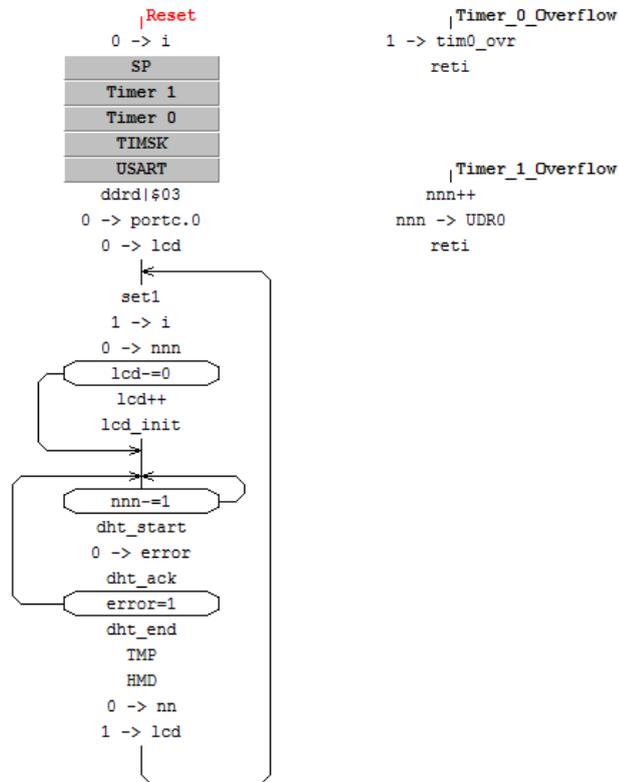


Рис В.1. Код основной программы и работы таймеров

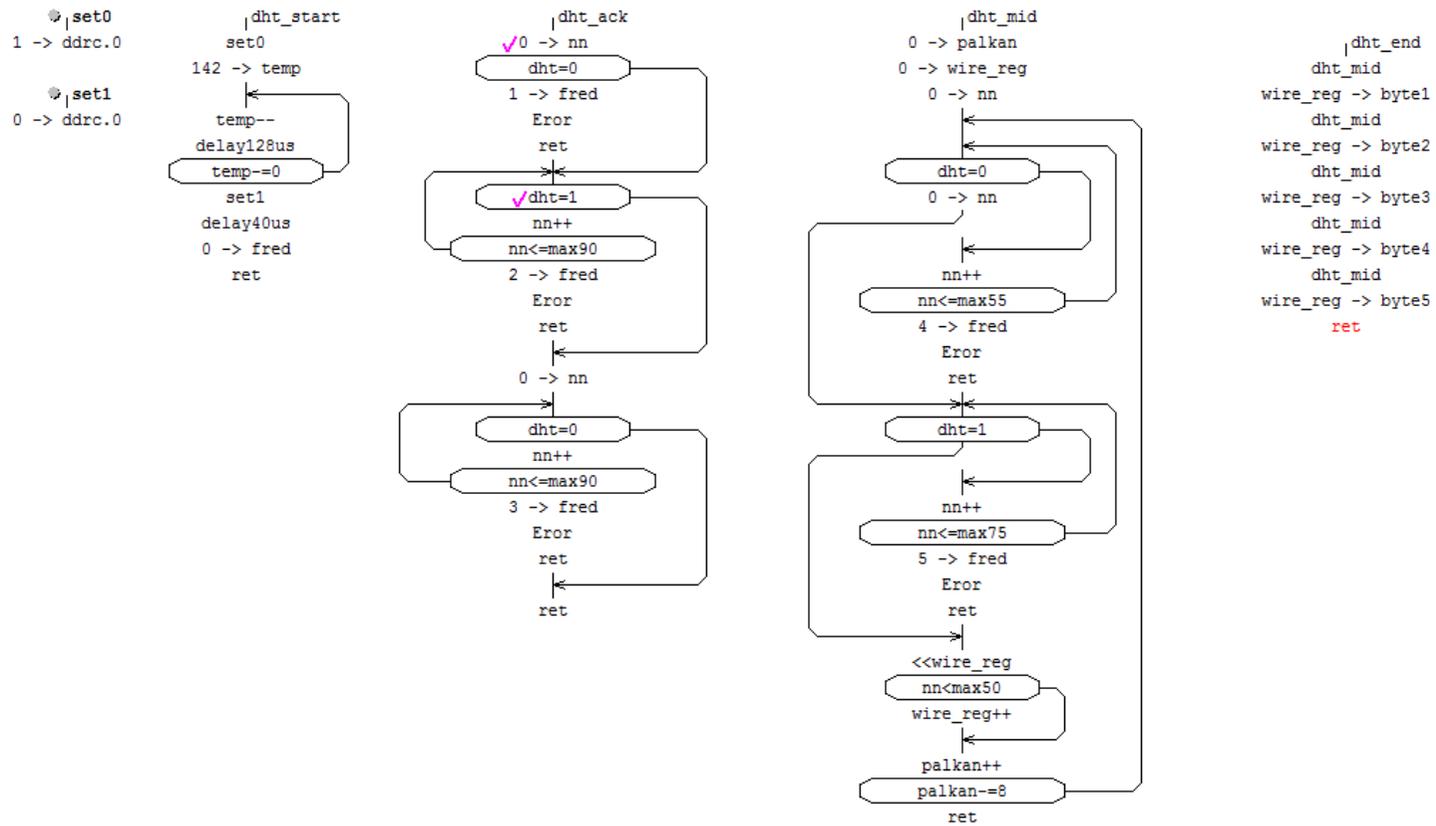


Рис В.2. Код настройки датчика влажности и температуры DHT11

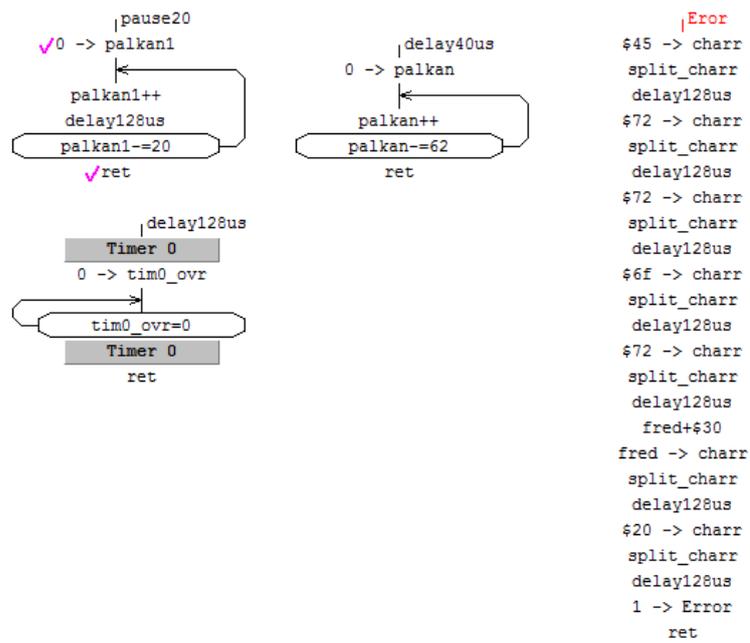


Рис В.4. Код задержек и вывода слова «Error»

SRAM:		
Name	Address	Format
hnn		int8
palkan		int8
palkan1		int8
n		int8
nn		int8
f		int8
M		int8
wire_reg		int8
lcd		int8
byte1		int8
byte2		int8
byte3		int8
byte4		int8
byte5		int8
Rhed		int8
Rhdec		int8
Rhsot		int8
Rh		int8
VV		int8
fred		int8
Working registers:		
Name	Index	Format
flag		
temp		
charr		
perev		
perev1		
Bits:		
Name	Bit	Comment
e	portd.2	
rs	portd.3	
tim0_ovr	flag.0	
tim1_ovr	flag.1	
Error	flag.2	
dht	pinc.0	
Constants:		
Name	Value	Comment
max90	113	
max75	94	
max55	1000	
max50	63	

Рис В.5. Переменные и константы, использованные в программе

Приложение Г (Обязательное)

Таблица Г.8 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Исполнитель		Продолжительность работ			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
						$T_{РД}$		$T_{КД}$	
			t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	Пестунов	Молдабеков	Пестунов	Молдабеков
Выбор направления исследований	Пестунов Молдабеков	30% 70%	2	4	2,8	1	2	1	3
Составление и утверждение технического задания	Пестунов	100%	3	6	4,2	4	–	6	–
Календарное планирование работ по теме	Пестунов	100%	1	3	1,8	–	5	–	7
Подбор и изучение материалов по теме	Молдабеков	100%	5	9	6,6	–	7	–	10
Написание теоретической части	Молдабеков	100%	10	14	11,6	–	12	–	18
Определение целесообразности ОКР	Пестунов	100%	3	5	3,8	4	–	6	–
Закупка комплектующих	Молдабеков	100%	20	35	26	–	26	–	39
Разработка алгоритма программы в AlgoritmBuilder	Молдабеков	100%	15	25	19	–	19	–	29
Разработка и расчет параметров принципиальной схемы	Пестунов Молдабеков	40% 60%	5	9	6,6	3	4	4	6
Конструирование и изготовление макета	Пестунов Молдабеков	40% 60%	5	12	7,8	3	5	4	7
Лабораторные испытания макета	Пестунов Молдабеков	15% 85%	3	5	3,8	1	3	1	5
Оценка полученных результатов	Пестунов	100%	3	5	3,8	4	–	6	–
Итоговое оформление работы	Молдабеков	100%	5	9	6,6	–	7	–	10
Итого:			79	137	102,2	20	90	28	134

Таблица Г.2 – Линейный график работ

Этап	Пестунов	Молдабеков	Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
			10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10
1	1	3	■												
2	6		■	■											
3		7		■	■										
4		10			■	■									
5		18				■	■	■							
6	6							■							
7		39							■	■	■	■	■		
8		29								■	■	■	■		
9	4	6											■	■	
10	4	7												■	■
11	1	5													■
12	6														■
13		10													■

Дата начала составления ВКР – 01.02.2017. Ожидаемая дата окончания работ над ВКР – 10.06.2017.

Научный руководитель (Пестунов Д. А.) – ■

Инженер (Молдабеков А. С.) – ■