

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Автоматизированный экологический контроль нитрат-ионов	

УДК 504.4.064:546.17-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ ИНК ТПУ	Ларионова Екатерина Владимировна	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН ИСГТ ТПУ	Королева Наталья Валентиновна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ ИНК ТПУ	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Д.Х.Н.		

Томск – 2016 г.

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭБЖ
_____ Романенко С.В.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

выпускной квалификационной работы бакалавра

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич

Тема работы:

Автоматизированный экологический контроль нитрат-ионов

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Методика автоматизированного контроля нитрат-ионов в проточных условиях на основе ионоселективных электродов для мониторинга состава сточных вод.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор Экспериментальная часть Результаты и их обсуждения Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение» Раздел «Социальная ответственность»
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Королева Наталья Валентиновна

«Социальная ответственность»	Сечин Андрей Александрович
---------------------------------	----------------------------

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ ИНК ТПУ	Ларионова Екатерина Владимировна	к.х.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Техносферная безопасность / Инженерная защита окружающей среды

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки позволяет говорить о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование бюджета научных исследований состоит из: материальных затрат НИИ, затрат по основной заработной плате исполнителей работы, затрат по дополнительной заработной плате исполнителей работы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Составив таблицу сравнительной эффективности разработки, был сделан вывод о том, что наиболее (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, является исполнение 1.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН ИСГТ ТПУ	Королева Наталья Валентиновна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич

Институт	Институт неразрушающего контроля	Кафедра	Экологии и безопасности жизнедеятельности
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Техносферная безопасность / Инженерная защита окружающей среды

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Методика автоматизированного контроля нитрат-ионов в проточных условиях на основе ионоселективных электродов для мониторинга состава сточных вод.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
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.	1.1. Химические факторы. Приведение допустимых норм с необходимой размерностью. Предлагаемые средства защиты. 1.2. Показатель микроклимата. Повышенный уровень шума. Электробезопасность. Защита пользователей компьютерной и другой оргтехники. Пожаровзрывобезопасность.
2. Экологическая безопасность	Анализ воздействия объекта на гидросферу. Анализ воздействия объекта на литосферу.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Рязанцев Антон Алексеевич		

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	5
1.1 Методы определения нитрат-ионов	5
1.1.1 Определение нитратов методом хроматографии	5
1.1.2 Определение нитратов методом кондуктометрии.....	6
1.1.3 Методики определения нитратов методом спектрофотометрии ..	6
1.1.4 Определения нитратов методом потенциометрии	7
1.1.5. Ионоселективные электроды.....	9
1.2 Способы автоматизации контроля нитрат-ионов.....	16
1.2.1 Экологический контроль нитрат-ионов.....	16
1.2.2 Анализатор нитратов в воде АНАТ-2	17
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	19
2.1 Методика определения нитрат-ионов с помощью метода ионометрии	19
2.2 Конструкция ионометрического датчика	20
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	22
3.1 Проверка правильности работы ионометрического датчика ...	22
3.1.1 Градуировочный график	22
3.1.2 Стабильность во времени и перемешивание.....	23
3.2 Влияние мешающих факторов на определение нитрат-ионов....	23
3.2.1 Температура.....	23
3.2.2 Концентрация хлорид ионов, сульфат ионов.....	20

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... 30

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований..... 30

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 30

4.1.2 Технология QuaD 31

4.2 Планирование научно-исследовательских работ..... 33

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования 33

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ 34

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования..... 30

4.3 Бюджет научно-технического исследования..... 39

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ..... 39

4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы 40

4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы 41

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). 41

4.3.5 Расчет затрат на научные и производственные командировки .. 43

4.3.6 Контрагентные расходы 43

4.3.7 Накладные расходы 43

4.3.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского
проекта..... 44

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.. 40

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... 48

5.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению 49

5.1.1 Химические факторы..... 49

5.1.2 Показатели микроклимата 50

5.1.3 Повышенный уровень шума	50
5.1.4 Электробезопасность	51
5.1.5 Защита пользователей компьютерной и другой оргтехники	52
5.1.6 Пожаровзрывобезопасность	54
5.2 Региональная безопасность	54
5.2.1 Защита гидросферы	54
5.2.2 Защита литосферы	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Нитратное загрязнение характерно для различных природных сред и объектов окружающей среды. Особенно актуальна эта проблема для оценки качества питьевой воды и пищевых продуктов сельскохозяйственного происхождения, а также для изучения процессов антропогенной эвтрофикации водных объектов и решения проблемы загрязнения окружающей среды. В связи с разнообразием объектов, в которых регламентируется содержание нитратов, в литературе по аналитической химии, сборниках разрешенных к применению методик и в Технических нормативных правовых актах (ТНПА) присутствует большое разнообразие методик определения нитрат-ионов.

Большинство методик определения нитратов связаны с необходимостью использования сложного и дорогостоящего оборудования. Однако, некоторые из них после соответствующей модификации могут быть применены для создания более простых, и автоматизированных средств контроля.

Таким образом, целью работы является разработка системы автоматизированного потенциометрического контроля содержания нитрат-ионов в проточных условиях.

В связи с этим можно выделить следующие задачи:

- Разработать конструкцию ионометрического датчика.
- Изучить стабильность и влияние мешающих факторов, таких как температура, содержание сульфат и хлорид ионов.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Методы определения нитрат-ионов

1.1.1 Определение нитратов методом хроматографии

В основу общепринятых классификаций многочисленных хроматографических методов положены следующие признаки: агрегатное состояние подвижной и неподвижных фаз, механизм взаимодействия сорбент-сорбат, форма слоя сорбента (техника выполнения), цель хроматографирования.

По механизму взаимодействия сорбента и сорбата можно выделить несколько видов хроматографии: распределительная хроматография основана на различии в растворимости разделяемых веществ в неподвижной фазе или на различии в растворимости веществ. фазах; ионообменная хроматография основана на разной способности веществ к ионному обмену; адсорбционная хроматография — на различии в адсорбируемости вещество твердым сорбентом; эксклюзионная хроматография — на различии в размерах и формах молекул разделяемых веществ, аффинная хроматография — на специфических взаимодействиях, характерных для некоторых биологических и биохимических процессов. Существуют пары веществ, реагирующих в растворах с высокой избирательностью, например антитело и антиген, фермент и его субстрат или ингибитор, гормон и соответствующий рецептор.[1]

1.1.2 Определение нитратов методом кондуктометрии

Прямые кондуктометрические измерения.

Аналитическое использование кондуктометрии обладает характерными чертами, связанными с низкой селективностью кондуктометрического детектирования. Однако, близкие значения эквивалентных электропроводностей ионов не позволяют говорить о том, что

какой-либо ион может целиком определять электропроводность всего раствора. Таким образом, измерения электропроводности может приносить реальную аналитическую пользу только в том случае, если соотношение ионов в анализируемой смеси неизменно от пробы к пробе. Это, так называемая, задача определения разбавления исходного раствора. Примерами могут служить анализ промывных вод в ваннах отмывки гальванического производства, контроль за приготовлением технологических растворов в производственных условиях и т.п.[3]

1.1.3 Методики определения нитратов методом спектрофотометрии

Спектроскопические методы широко применяют для определения нитратов. Методы можно разделить на 4 группы.

1. Методы, основанные на нитровании органических соединений, особенно фенолов.
2. Методы, основанные на окислении органических соединений.
3. Методы, основанные на восстановлении нитрата до нитрита.
4. Метод основанный на поглощении нитрата в УФ-области.

Принципиальная схема любого спектрального прибора (рисунок 1) состоит из трех основных частей: осветительной I, спектральной (оптической) II, и приемно-регистрирующей III.

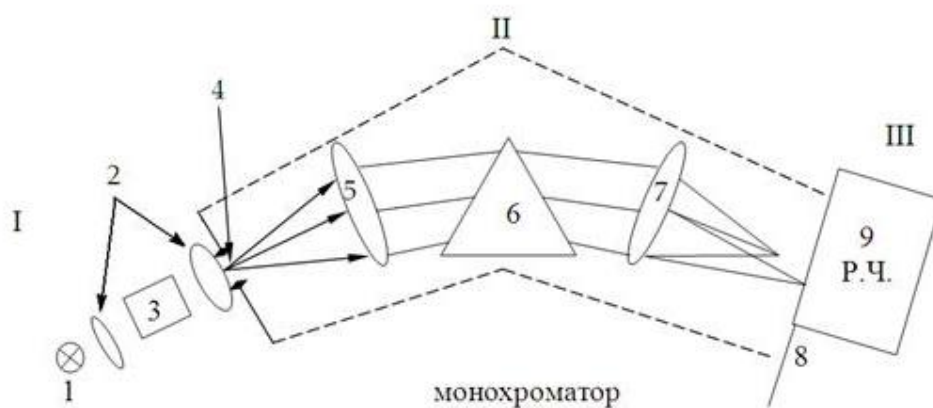


Рис. 1 Принципиальная схема спектрального прибора

Спектроскопические методы подчиняются закону Бугера- Ламберта-Бера, который звучит так: определение ослабления пучка монохроматическим светом при его прохождении через поглощающее вещество.

1.1.4 Определения нитратов методом потенциометрии

Наиболее распространенным для анализа воды и водных экстрактов пищевых продуктов является потенциометрический (ионометрический) метод определения нитратов, основанный на измерении потенциала, возникающего на мембране ионоселективного электрода при погружении последнего в раствор, содержащий нитрат-ионы. Метод привлекает простотой, быстротой выполнения, возможностью вести определение в мутных и окрашенных средах. Он достаточно хорошо изучен, экспериментально отработан и обеспечен аппаратурой. Чувствительность и избирательность метода зависят от свойств нитратселективного электрода, точнее обусловлены свойствами его мембраны. Нитратселективный электрод относится к ионоселективным электродам с жидкой мембраной, обладающей свойствами полупроницаемости и повышенной избирательности по отношению к определенному типу ионов. Это свойство позволяет определять активность анализируемого иона по результатам одного измерения, т. е. прямым потенциометрическим методом. Электродом сравнения служит, главным образом, хлорсеребряный электрод

или каломельный электрод с соответствующими индифферентными соединительными жидкостями.

Был выбран именно этот метод, так как его важное преимущество, по сравнению с другими методами, заключается в возможности применения его для автоматизации анализа.

Градуировочный график.

Градуировочный график - график зависимости электродвижущей силы электродной системы от логарифма концентрации стандартных растворов и последующем нахождении концентрации испытуемого раствора по измеренному в нем значению электродвижущей силы электродной системы. Градуировочный (калибровочный) график строится микропроцессором измерительного преобразователя автоматически на основе введенных в него значений электродвижущей силы электродной системы и соответствующих им значений pX при калибровке иономера в стандартных растворах (двух и более). Подбор концентраций стандартных растворов должен соответствовать диапазону концентраций испытуемых растворов: крайние значения концентраций испытуемых растворов должны находиться внутри линейной области калибровочного графика. Значение pX в испытуемом растворе находится автоматически с использованием градуировочного графика по измеренному значению электродвижущей силы электродной системы (E) – рисунок 2.

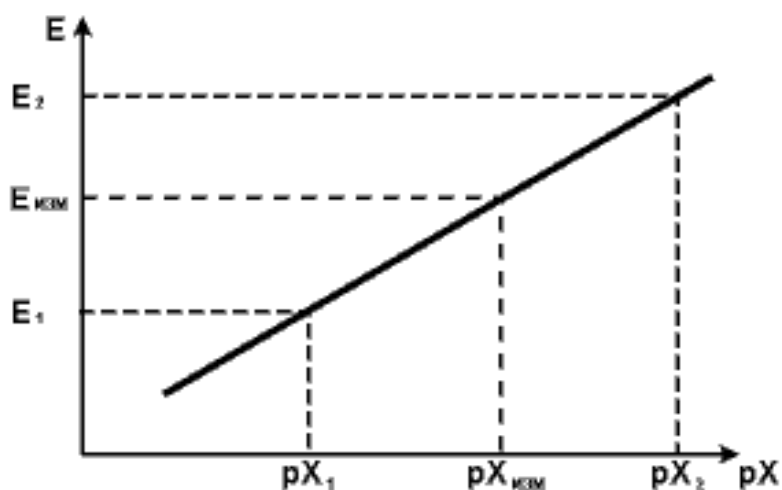


Рисунок 2 – Градуировочный график зависимости электродвижущей силы электродной системы от концентрации потенциопределяющего иона

1.1.5. Ионоселективные электроды

Ионоселективные электроды (рисунок 3) — это специальные электрохимические электроды, равновесный потенциал (когда окислительная и восстановительная реакции уравновешены) которых в растворе электролита, содержащего определенные ионы, в любом случае зависит от концентрации этих ионов т.е. это электрохимические электроды, сигнал которых напрямую зависит от содержания измеряемых ионов в растворе.

Благодаря данному свойству, ионоселективные электроды активно используются для определения концентрации и активности различных ионов, содержащихся в растворах, а также для анализа и контроля процессов, которые протекают с изменением ионного состава исходного раствора.

Ионоселективные электроды, в первую очередь, являются устройством, применяемым для анализа природных вод, для контроля загрязнений окружающей среды, осадков, морской воды, льда, при анализе почв. Также, ИСЭ применяются для проведения медико-биологических исследований и анализов для определения ионного состава различных биологических сред, а так же внутриклеточной активности ионов.

Чаще всего, основным элементом ионоселективного электрода является мембрана, проницаемая, в идеале, только для определенного иона. Т.О. между растворами электролитов, которые мембрана и разделяет, возникает стабильная разность потенциалов, которая складывается из диффузного потенциала, появляющегося внутри мембраны, и двух межфазных скачков потенциалов. Измерить концентрацию ионов в исследуемом растворе можно, определив электродвижущую силу гальванического элемента. Гальванический элемент состоит из стандартного и анализируемого растворов, контактирующих между собой. При этом, в каждый из растворов погружены идентичные ионоселективные электроды, чувствительные только к определенному иону. При этом, концентрация ионов, содержащихся в стандартном растворе, должна быть точно известна заранее.

Однако на практике, мембрана электрода является проницаемой, не только для определяемых, но и для посторонних ионов, способных мешать или влиять на правильность процесса анализа ионов. Селективность мембраны напрямую зависит от концентрации определяемых и мешающих ионов. Поэтому, для ионоселективных электродов вводится пара характеристик: коэффициент электродной селективности и интервал концентраций определяемых ионов. К тому же, важными характеристиками ионоселективных электродов являются: предел обнаружения и селективность. Предел обнаружения большинства электродов составляет от 10^{-6} до 1 моль/литр.

Положительными моментами использования ионоселективных электродов являются:

- ионоселективные электроды не воздействуют на исследуемый раствор;
- ионоселективные электроды и их анализаторы, как правило, портативны;
- возможность применения ионоселективных электродов, как для прямого анализа, так и в качестве индикатора в титриметрии.[2]



Рисунок 3 – Ионоселективный электрод

1.2 Способы автоматизации контроля нитрат-ионов

1.2.1 Экологический контроль нитрат-ионов

Анализ нитрат-ионов в природной воде проводится для контроля его концентраций. Загрязнение воды нитратами может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами. В результате деятельности бактерий в водоемах аммонийные ионы могут переходить в нитрат-ионы, кроме того, во время гроз некоторое количество нитратов возникает при электрических разрядах–молниях.

Основными антропогенными источниками поступления нитратов в воду являются сброс хозяйственно-бытовых сточных вод и сток с полей, на которых применяются нитратные удобрения. Наибольшие концентрации нитратов обнаруживаются в поверхностных и приповерхностных подземных водах, наименьшие – в глубоких скважинах. Очень важно проверять на содержание нитратов воду из колодцев, родников, водопроводную воду, особенно в районах с развитым сельским хозяйством. ГИЦ ПВ обязательно делается анализ воды на нитраты, если эта вода получена из поверхностных или приповерхностных источников - рек, ручьев, колодцев. Повышенное содержание нитратов в поверхностных водоемах ведет к их зарастанию, азот, как биогенный элемент, способствует росту водорослей и бактерий. Это называется процессом эвтрофикации. Процесс этот весьма опасен для водоемов, так как последующее

разложение биомассы растений израсходует весь кислород в воде, что, в свою очередь, приведет к гибели фауны водоема. Опасны нитраты и для человека. Различают первичную токсичность собственно нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов. Смертельная доза нитратов для человека составляет 8-15 г. При длительном употреблении питьевой воды и пищевых продуктов, содержащих значительные количества нитратов, возрастает концентрация метгемоглобина в крови. Снижается способность крови к переносу кислорода, что ведет к неблагоприятным последствиям для организма.[5]

1.2.2 Анализатор нитратов в воде АНАТ-2

Прибор (рисунок 4) предназначен для непрерывного автоматического контроля содержания нитратов в водных средах.

Принцип действия основан на измерении светопоглощения нитрат-ионов, пропорционального их массовой концентрации в проходящей через проточную кювету пробе.

Пересчет светопоглощения в содержание нитрат-ионов производится на основании хранящейся в памяти анализатора градуировочной кривой, построенной по градуировочным растворам с известными значениями массовой концентрации нитрат-ионов. Результаты измерений выводятся на дисплей, заносятся в архив. Анализатор может быть подключен к внешним регистрирующим устройствам, имеет выход на АСУ ТП.[4]



Рисунок 4 – Анализатор нитратов в воде АНАТ-2

Технические характеристики.

Таблица 1 – Технические характеристики АНАТ-2

Диапазон концентраций определяемых	20...400 мг/л
Температура анализируемого потока	+0,5...+50 °С
Давление в потоке	0,1...10 атм.
Вывод результатов	Цифровое табло прибора, переносное табло, RS485, RS232, токовая петля 4...20 мА
Режимы индикации	НОРМА, ТРЕВОГА, ПРЕДЕЛ
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 49...51 Гц	187...242 В
Напряжение питания от автономного источника	12 В
Потребляемая мощность	100 Вт
Габариты	250×400×500 мм
Масса	30 кг

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Методика определения нитрат-ионов с помощью метода ионометрии

Метод ионометрии – вариант потенциометрического анализа, в котором непосредственно измеряется активность иона в растворе при помощи ионоселективного электрода.

Приготовив серию контрольных растворов путём последовательного разведения стандартного раствора с содержанием KNO_3 равным 10-1, 10-2, 10-3, 10-4, 10-5 моль/л. Произвели измерение Э.Д.С. в стандартных растворах, промывая электродную пару дистиллированной водой после каждого измерения. Измерение начали с наиболее разбавленного раствора. Результаты измерений занесли в таблицу. Построили градуировочную зависимость. Линейность градуировочного графика наблюдается во всем исследуемом диапазоне концентраций.

В работе изучалось влияния различных мешающих факторов на определения содержания нитрат-ионов таких как, температура, присутствие мешающих ионов и перемешивание.

Раствор с нитратами определенной концентрации (62 мг/л) постепенно нагревали от 5°C до 40°C. Найдено, что чем выше температура, тем значения датчика ниже. Для данной зависимости получено аппроксимационное уравнение, на основе которого в программном комплексе к датчику будет компенсироваться погрешность, связанная с изменением температуры в системе.

Раствор с нитрат-ионами в течение 1 часа перемешивали и непрерывно измеряли показания датчика. Выяснилось, что при перемешивании показания датчика завышаются на 16%.

Рассматривалось влияние сульфатов и хлоридов на определение содержания нитрат-ионов. В колбе на 50 мл приготовили растворы сульфатов и хлоридов. Затем в колбы на 25 мл с раствором KNO_3 с концентрацией 62 мг/л, с помощью пипетки, по очереди добавляли сульфаты и хлориды с

концентрациями в 10, 20, 30 раз больше чем нитратов. Произвели измерение Э.Д.С. в полученных растворах, так же, промывая электродную пару дистиллированной водой после каждого измерения. Выяснили, что при превышении сульфатов и хлоридов в 10, 20, 30 раз разность потенциалов уменьшается.

2.2 Конструкция ионометрического датчика

В данной работе предложена система из двух ионоселективных датчиков в качестве рабочего электрода и электрода сравнения. Ионоселективные датчики подключены к потенциометру, потенциометр работает за счёт встроенного аккумулятора. Получение информации с центрального блока автоматизированного аналитического контролера осуществляется посредством сети Интернет.

Предложена следующая конструкция электрода сравнения (рисунок 5): ионселективный электрод опущен в раствор малорастворимого соединения анализируемого иона для создания постоянной концентрации иона в растворе сравнения. В качестве малорастворимого соединения предложено использовать нитрат висмутила.

Для подтверждения работоспособности предложенной системы была измерена градуировочная характеристика в диапазоне концентрации. Показано, что линейность градуировочного графика наблюдается во всем исследуемом диапазоне концентраций.

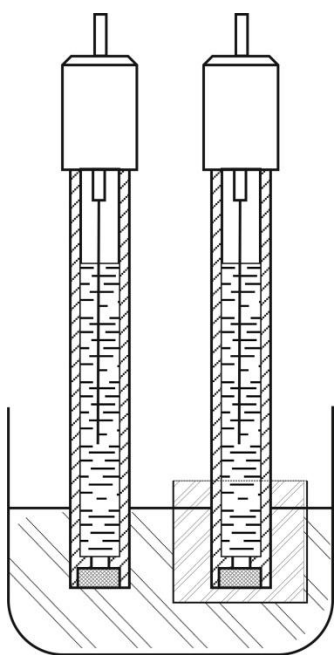


Рисунок 5 – Конструкция электрода сравнения

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Проверка правильности работы ионометрического датчика

3.1.1 Градуировочный график

Для подтверждения работоспособности предложенной системы была измерена градуировочная характеристика (таблица 2) в диапазоне концентрации и построен градуировочный график (рисунок 6).

Таблица 2 – Градуировочная характеристика

Концентрация KNO ₃ , мг/л.	Э.Д.С., В
0,62	0,0295
6,2	0,0225
62	-0,0507
620	-0,0860
6200	-0,1611

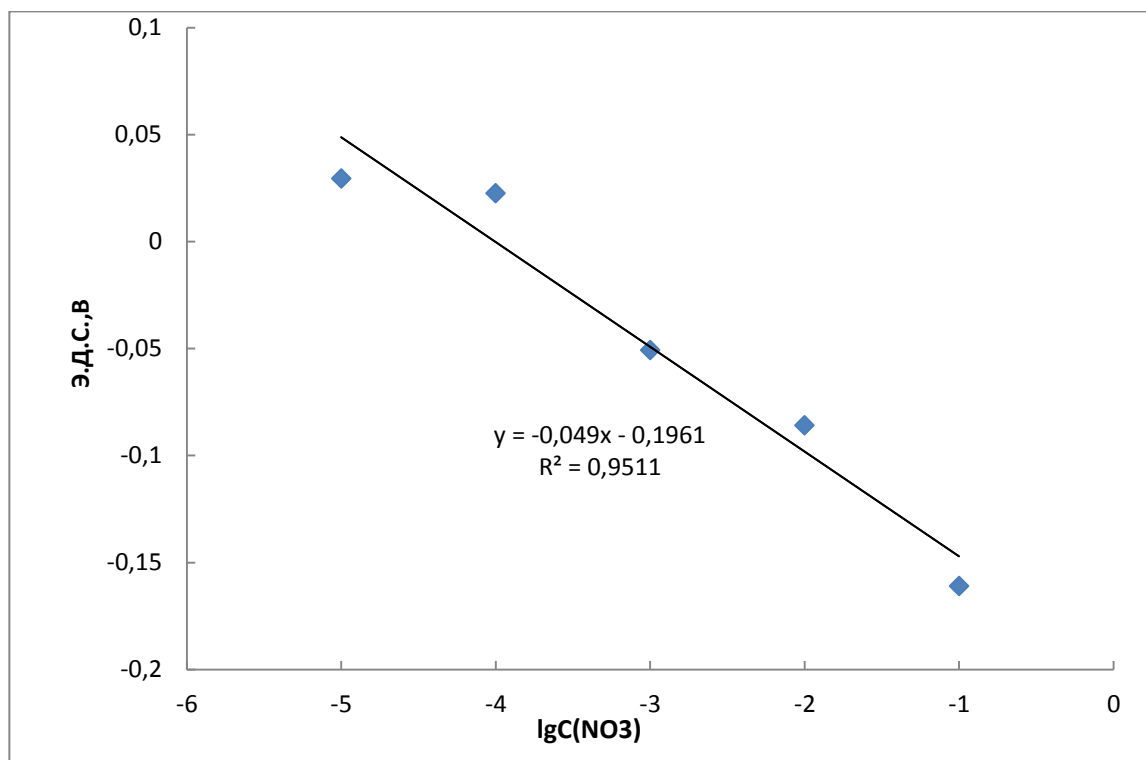


Рисунок 6 – Градуировочный график

3.1.2 Стабильность во времени и перемешивание

В работе изучено стабильность работы датчика (рисунок 7) в течение 24 часов. Ионметрические датчики работают стабильно продолжительное время, погрешность не превышает 10%.

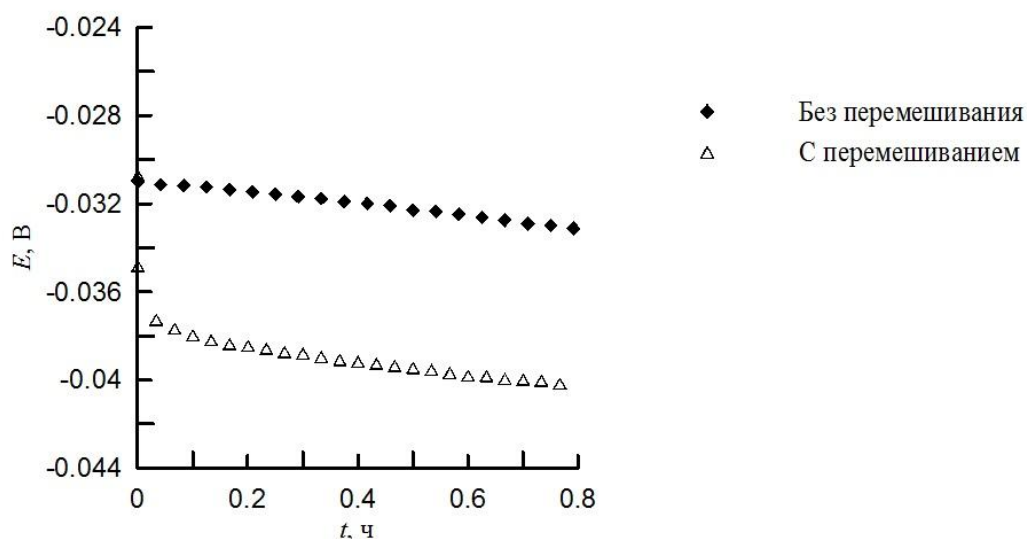


Рисунок 7 – Стабильность работы датчика

3.2 Влияние мешающих факторов на определение нитрат-ионов

3.2.1 Температура

В данной работе построен график зависимости температуры от потенциала (рисунок 8). Использовался раствор KNO_3 с концентрацией $C=10^{-3}$ г/моль. Диапазон измерения от 5°C до 40°C с интервалом 5°C .

Таблица 3 – Результаты измерения потенциала при изменении температуры

T, °C	Э.Д.С., В
5	-0,0608
10	-0,0565
15	-0,0534
20	-0,0515
25	-0,0491
30	-0,0452
35	-0,0430
40	-0,0411

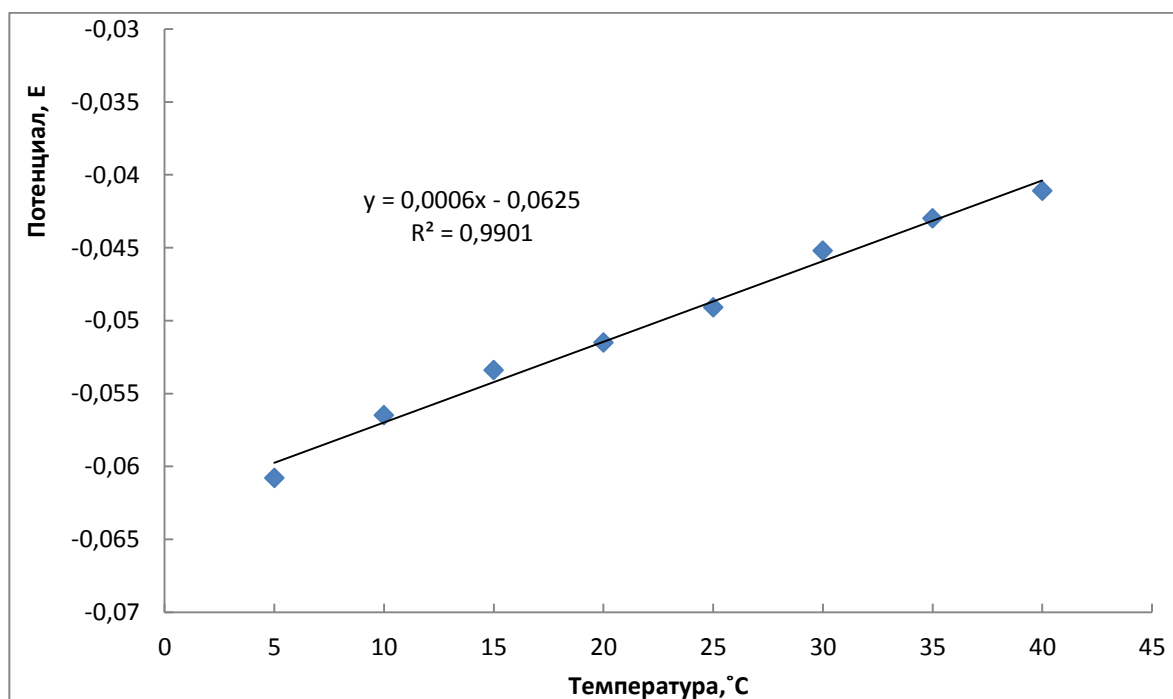


Рисунок 8 – График зависимости температуры от потенциала

Исходя из полученных данных, выявлено что, с увеличением температуры, потенциал увеличивается.

3.2.2 Концентрация хлорид ионов, сульфат ионов.

В данном эксперименте были измерены разности потенциалов хлорид ионов (таблица 4) и сульфат ионов (таблица 5), найдена погрешность

измерений (таблица 5, 7). Были построены градуировочные графики растворов, с присутствием хлорид и сульфат ионов. (рис. 9,10,11,12,13,14).

Таблица 4 – Разность потенциалов хлорид ионов

Концентрация нитратов, мг/л	Концентрация хлоридов, мг/л		
	620	1240	1860
	Э.Д.С.,В		
6,2	-0,0079	-0,0101	-0,0197
62	-0,0489	-0,0465	-0,0445
620	-0,0998	-0,0932	-0,0955
6200	-0,1625	-0,1722	-0,177

Таблица 5 – Результаты погрешностей для растворов с хлорид ионами

Концентрация нитратов, мг/л	Концентрация хлоридов, мг/л		
	620	1240	1860
6,2	90%	89%	88%
62	98%	98%	98%
620	99%	99%	99%
6200	99%	99%	99%

Таблица 6 – Разность потенциалов сульфат ионов

Концентрация нитратов, мг/л	Концентрация сульфатов, мг/л		
	620	1240	1860
	Э.Д.С.,В		
6,2	0,0650	0,0736	0,0112
62	0,0311	0,0304	0,0283
620	-0,0248	-0,0261	-0,0279
6200	-0,0278	-0,0257	-0,0324

Таблица 7 – Результаты погрешностей для растворов с сульфат ионами

Концентрация нитратов, мг/л	Концентрация сульфатов, мг/л		
	620	1240	1860
6,2	95%	96%	92%
62	99%	99%	99%
620	99%	99%	99%
6200	99%	99%	99%

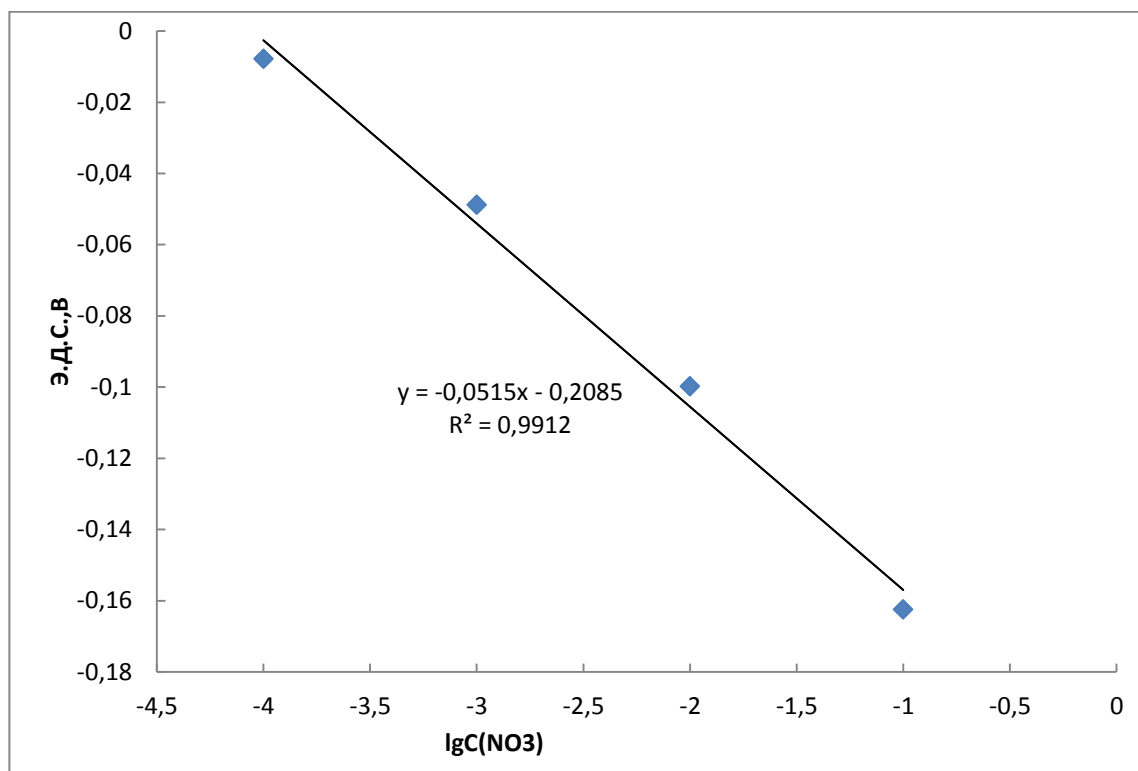


Рисунок 9 – Градуировочный график хлорид ионов с концентрацией 620 мг/л

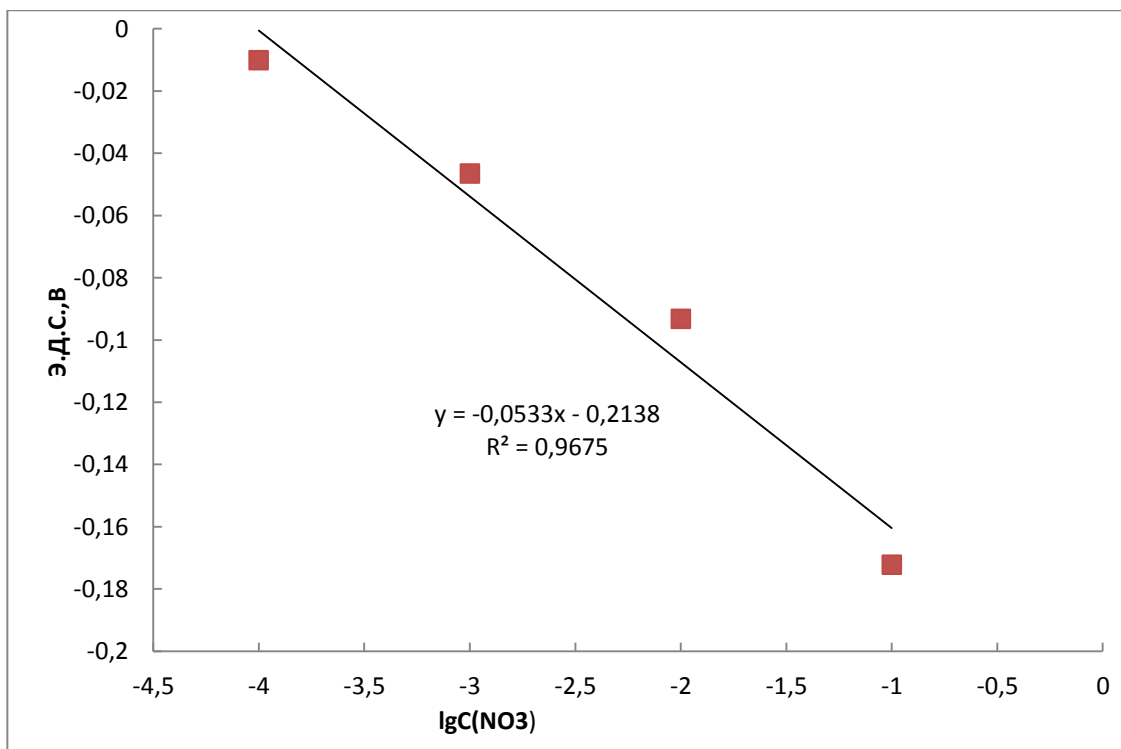


Рисунок 10 – Градуировочный график хлорид ионов с концентрацией 1240 мг/л

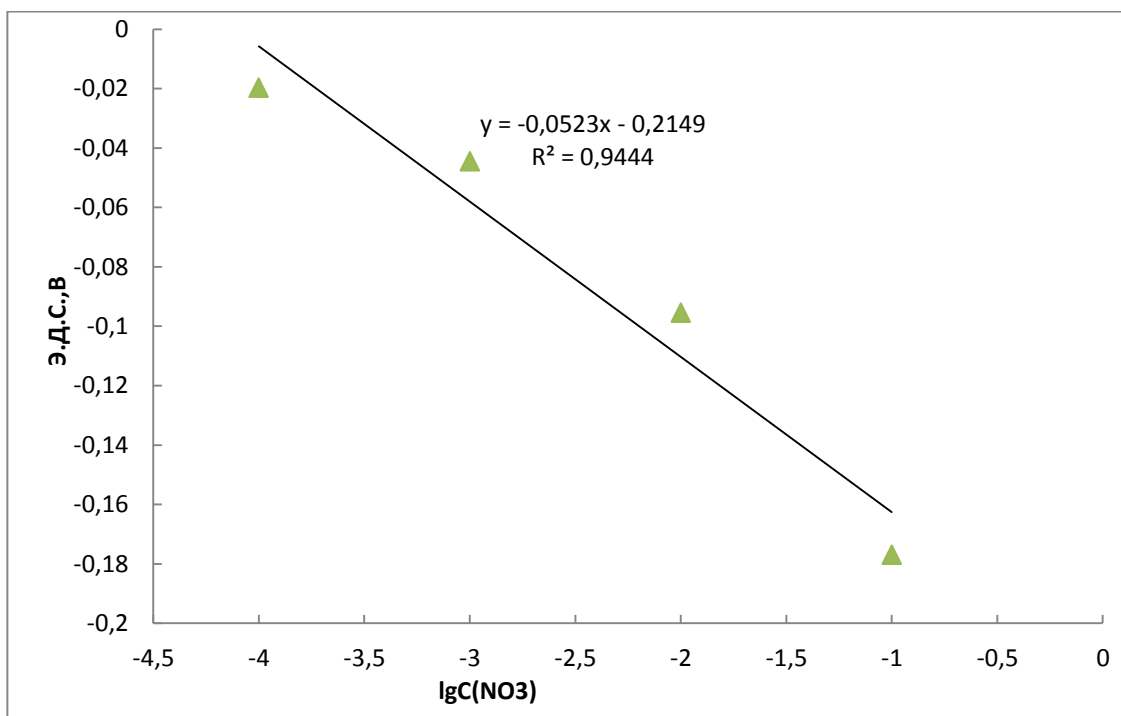


Рисунок 11 – Градуировочный график хлорид ионов с концентрацией 1860 мг/л

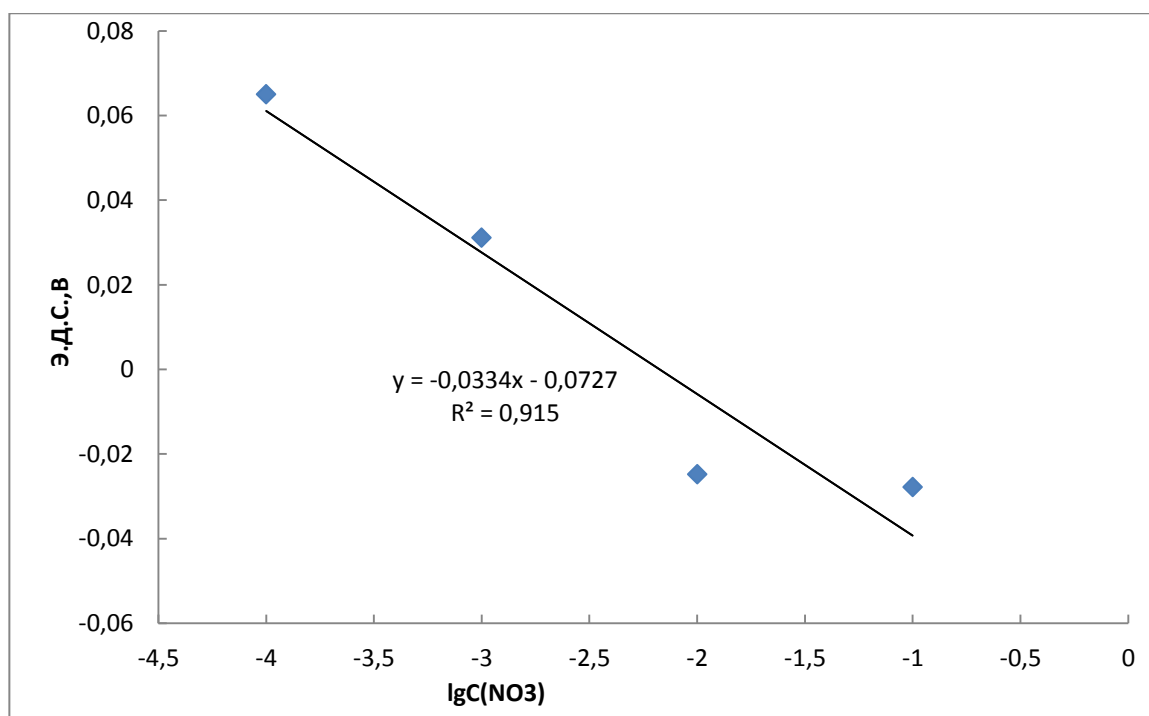


Рисунок 12 – Градуировочный график сульфат ионов с концентрацией 620 мг/л

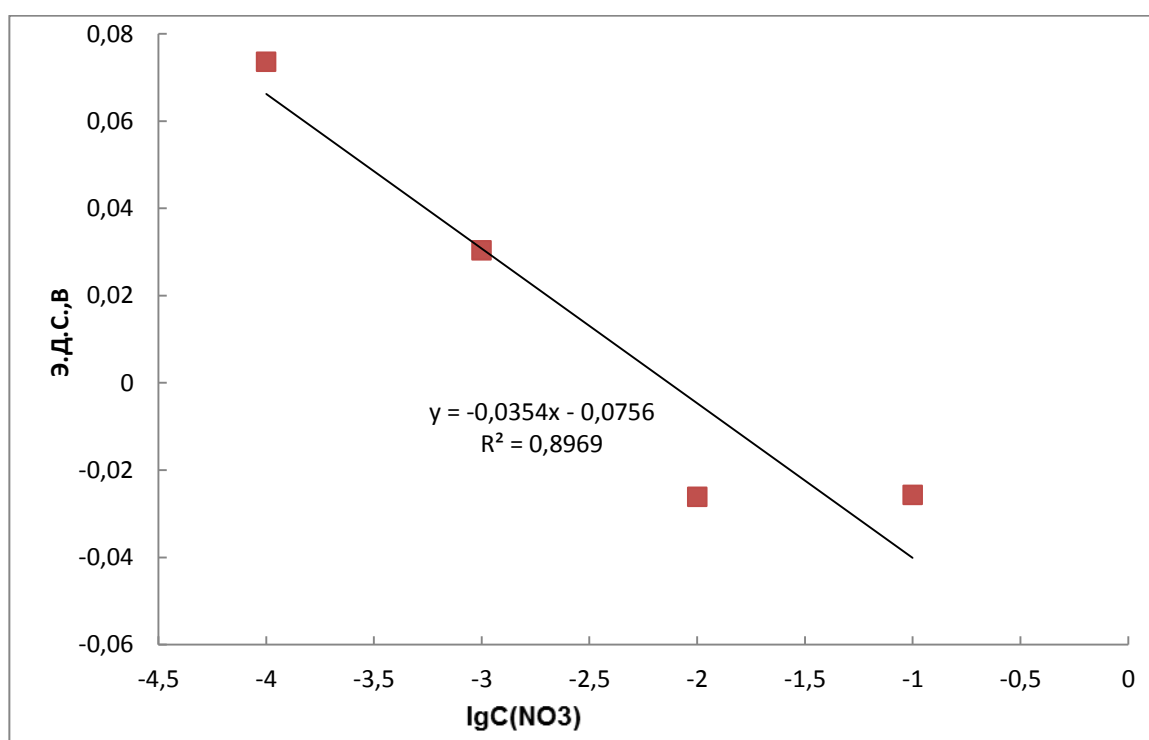


Рисунок 13 – Градуировочный график сульфат ионов с концентрацией 1240 мг/л

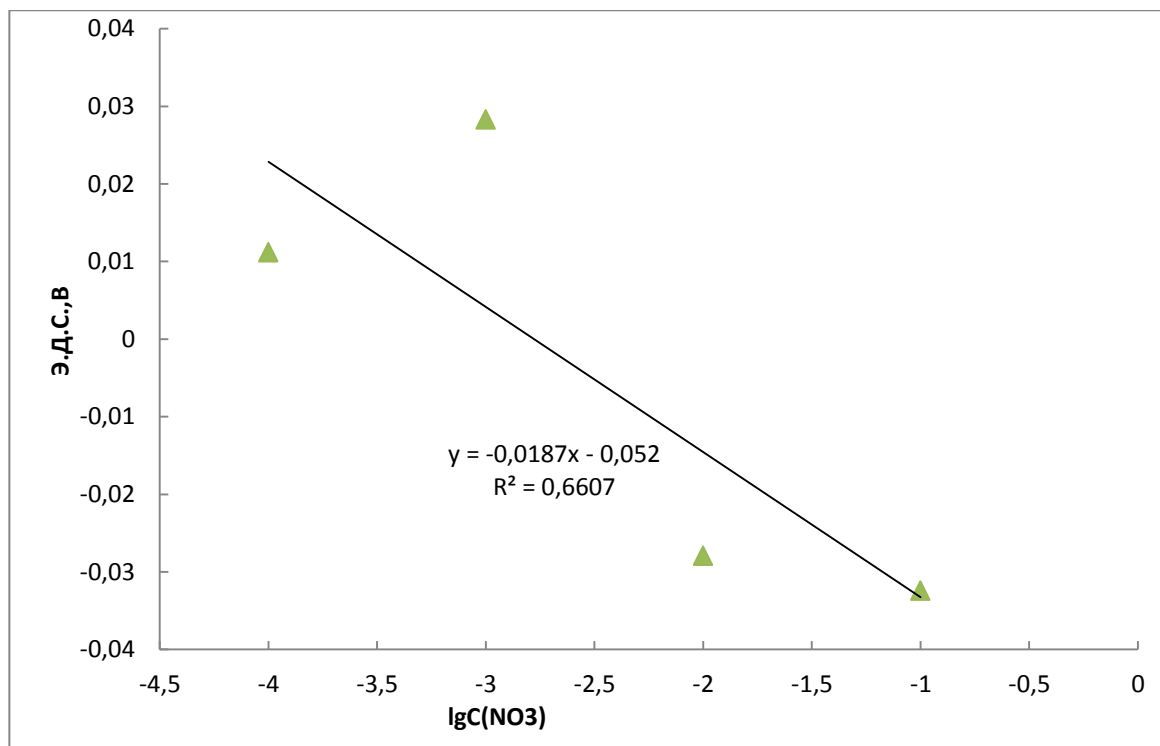


Рисунок 14 – Градуировочный график сульфат ионов с концентрацией 1860 мг/л

Выяснили, что при превышении сульфатов и хлоридов в 10, 20, 30 раз разность потенциалов уменьшается.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Цель данной работы – разработать систему автоматизированного потенциометрического контроля содержания нитрат-ионов в проточных условиях. Конструкция измерительного устройства предполагает его установку в проточную систему. В работе предложена система из двух ионоселективных датчиков в качестве рабочего электрода и электрода сравнения. Ионоселективные датчики подключены к потенциометру, потенциометр работает за счёт встроенного аккумулятора. Получение информации с центрального блока автоматизированного аналитического контролера осуществляется посредством сети Интернет.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования могут являться различные коммерческие организации, кожевенные заводы, предприятия лакокрасочной, химической промышленности, также гальваническое производство, которое является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, главным образом поверхностных и подземных водоемов, ввиду образования большого объёма сточных вод.

Разработанная методика имеет ряд преимуществ:

- методика не требует многостадийной пробоподготовки, сложного лабораторного оборудования, и обработки результатов, а также высококвалифицированного персонала;
- разработанная методика не требует серьезных финансовых и временных затрат.

4.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1. Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность;
- правовая защищенность.

2. Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки.

Для сравнения конкурентоспособности метода ионометрии, был выбран метод спектрофотометрии. Выбранные показатели для оценки конкурентоспособности метода показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1.Функциональная мощность	0,12	70	100	0,7	0,084
2. Надежность	0,18	85	100	0,85	0,153
3. Безопасность	0,18	85	100	0,85	0,153
4. Простота эксплуатации	0,22	95	100	0,95	0,209
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
5. Конкурентоспособность	0,12	70	100	0,7	0,084
6. Перспективность рынка	0,10	65	100	0,65	0,065
7.Финансовая эффективность научной разработки	0,08	50	100	0,5	0,04
Итого	1				

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле (1).

$$П_{ср} = \sum B_i * Б_i \quad (1)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$П_{ср} = 0.12 * 70 + 0.18 * 85 + 0.18 * 85 + 0.22 * 95 + 0.12 * 70 + 0.10 * 65 + 0.08 * 50 = 8.4 + 15.5 + 15.5 + 20.9 + 8.4 + 6.5 + 4 = 79.2$$

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведённого исследования о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать. $P_{cp} = 79,2$, следовательно, перспективность выше среднего. Необходима инвестиция в некоторых количествах для дальнейшего улучшения перспективности и конкурентоспособности.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

На данном этапе работы были решены следующие вопросы:

- Состав рабочей группы;
- Определение роли каждого участника в данном проекте;
- Обозначение функций, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Данные по этапам работ приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	6	Проведение экспериментов	Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель, студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оформление отчетов	Студент
	9	Подведение итогов и оценка результатов	Научный руководитель, студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула (2):

$$t_{ожи} = \frac{3 t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

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

t_{mini} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{maxi} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (3)$$

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.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным инструментом для построения ленточного графика проведения научных работ является диаграмма Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

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.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе $T_{\text{ки}}$ необходимо округлить до целого числа.

где, $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 104$);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 15$).

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,48$$

Рассчитанные значения по формуле (4) в календарных днях по каждой работе $T_{\text{ки}}$ округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу 10. На основе таблицы 10, строим таблицу 11.

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение темы проекта	1	1	2	3	3	3	2	2	2	Руководитель	2	2	2	3	3	4
Поиск и изучение материала по теме	15	16	18	20	20	21	17	18	19	Студент	17	18	19	25	26	28
Выбор направления исследований	5	5	7	10	12	11	7	8	9	Студент, руководитель	4	4	4	5	6	6
Календарное планирование работ	1	1	2	2	2	3	1	1	2	Руководитель	1	1	2	2	2	4
Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	15	16	16	18	19	15	16	17	Студент	15	16	17	23	24	25
Проведение экспериментов	25	28	28	29	30	31	27	29	29	Студент	27	29	29	39	43	43
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	2	2	3	3	4	2	2	3	Студент, руководитель	2	2	3	3	4	4
Оформление отчетов	1	1	2	3	4	4	2	2	3	Студент	2	2	3	3	3	4
Подведение итогов и оценка результатов	3	4	5	5	5	6	4	4	5	Студент, руководитель	4	4	5	6	7	8
Заключение	2	2	3	4	4	4	3	3	3	Студент	3	3	3	4	4	5
Итого														112	121	132

Таблица 11 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Раб.	Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	4												
2	Поиск и изучение материала по теме	Студент	28												
3	Выбор направления исследований	Студент, руководитель	6												
4	Календарное планирование работ	Руководитель	4												
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	25												
6	Проведение экспериментов	Студент	43												
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент, руководитель	4												
8	Оформление отчетов	Студент	4												
9	Подведение итогов и оценка результатов	Студент, руководитель	8												
10	Заключение	Студент	5												



Студент



Научный руководитель

4.3 Бюджет научно-технического исследования

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данный пункт включает стоимость всех материалов, используемых при работе с практической частью выпускной квалификационной работы. Это в первую очередь покупные материалы, которые использовались для обеспечения нормального технологического процесса, а также сырье и материалы, используемые в качестве объектов исследований. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле (6).

$$З_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi} \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 12.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Нитрат калия, KNO ₃	Грамм	20	25	30	55	80	75	1265	2300	2587,5
Сульфат калия, K ₂ SO ₄	Грамм	15	20	25	220	250	190	3795	5750	5462,5
Дистиллированная вода	Литр	2	3	4	35	38	40	80,5	131,1	184
Хлорид калия, KCL	Грамм	15	20	25	65	35	105	1121,25	805	3018,75
Перчатки	Штук	1	2	3	20	23	25	23	52,9	86,25
Колбы	Штук	15	18	20	24	30	40	414	621	920
Пипетки	Штук	6	7	8	30	40	50	207	322	460
Итого:								6905,75	9982	12719

4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i}, \quad (7)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях, $C_{зн_i}$ - средневзвешенная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Средневзвешенная заработная плата определяется по формуле (8):

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (8)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы), K - районный коэффициент (для Томска – 30%), F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Затраты на оплату труда студента-дипломника могут определяться как оклад инженера кафедры (учебно-вспомогательный персоналу) в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы, либо по тарифной сетке, принятой на предприятии, где студент-дипломник проходил практику.

Расходы на основную заработную плату определяются как произведение трудоемкости работ каждого исполнителя на среднедневную заработную плату. Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 13:

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	23264,86	1374,74	13	13	16	17871,62	17871,62	21995,84
Студент	6976,22	412,23	74	78	83	30505,02	32153,94	34215,09
ИТОГО						48376,64	50025,56	56210,93

4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Таблица 14 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель ь	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительн ой заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	17871,62	17871,62	21995,84	0,15	2680,74	2680,74	3299,37
Студент	30505,02	32153,94	34215,09		4575,75	4823,09	5132,26
Итого					7256,49	7503,83	8431,63

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}) \quad (9)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	17871,62	17871,62	21995,84	2680,74	2680,74	3299,37
Студент	30505,02	32153,94	34215,09	4575,75	4823,09	5132,26
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	5569,68					
Исполнение 2	5569,68					
Исполнение 3	6855					

4.3.5 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

По данной теме командировки не осуществлялись.

4.3.6 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями.

В данном проекте контрагентные расходы отсутствуют.

4.3.7 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:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) k_{\text{нр}}, \quad (10)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) * 0,16$$

Исполнение 1

$$\begin{aligned} З_{\text{накл}} &= (6905,75 + 48376,64 + 7256,49 + 5569,68) * 0,16 = \\ &= 68108,56 * 0,16 = 10897,36 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Исполнение 2

$$\begin{aligned} З_{\text{накл}} &= (9982 + 50025,56 + 7503,83 + 5569,68) * 0,16 = \\ &= 73081,07 * 0,16 = 11692,97 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Исполнение 3

$$Z_{\text{накл}} = (12719 + 56210,93 + 8431,63 + 6855) * 0,16 = \\ = 84216,56 * 0,16 = 13474,64 \text{ руб.}$$

4.3.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	6905,75	9982	12719	Пункт 4.3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	48376,64	50025,56	56210,93	Пункт 4.3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7256,49	7503,83	8431,63	Пункт 4.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	5569,68	5569,68	6855	Пункт 4.3.4
5. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0	Пункт 4.3.5
6. Контрагентские расходы	0	0	0	Пункт 4.3.6
7. Накладные расходы	10897,36	11692,97	13474,64	16 % от суммы ст. 1–6
8. Бюджет затрат НТИ	79005,92	84774,04	97691,2	Сумма ст. 1–7

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле (11).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (11)$$

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

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

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

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i \quad (12)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1.Функциональная мощность	0,12	5	4	4
2. Надежность	0,18	4	4	3
3. Безопасность	0,18	4	5	4
4. Простота эксплуатации	0,22	4	5	5
5. Конкурентоспособность	0,12	3	3	2
6. Перспективность рынка	0,10	4	4	3
7.Финансовая эффективность научной разработки	0,08	4	4	2
Итого	1	4,2	4,0	3,5

$$I_{p1} = 5 * 0,12 + 4 * 0,18 + 4 * 0,18 + 4 * 0,22 + 3 * 0,12 + 4 * 0,1 + 4 * 0,08 = 4,2$$

$$I_{p2} = 4 * 0,12 + 4 * 0,18 + 5 * 0,18 + 5 * 0,22 + 3 * 0,12 + 4 * 0,1 + 4 * 0,08 = 4,0$$

$$I_{p3} = 4 * 0,12 + 3 * 0,18 + 4 * 0,18 + 5 * 0,22 + 2 * 0,12 + 3 * 0,1 + 2 * 0,08 = 3,5$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле 18.

$$I_{исп1} = \frac{I_{p1}}{I_{финр1}}, I_{исп2} = \frac{I_{p2}}{I_{финр2}}, I_{исп3} = \frac{I_{p3}}{I_{финр3}} \quad (13)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\varepsilon_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} \quad (14)$$

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,80	0,86	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	4,0	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	5,25	4,65	3,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,12	0,88	0,66

Проведя вышеперечисленные расчеты и сравнив различные исполнения приходим к выводу, что исполнение 1 является наилучшим вариантом.

Вывод

В результате данной работы, было произведено планирование научно-исследовательских работ, а именно структура работ в рамках научного исследования. Была построена таблица перечня работ, распределения исполнителей и просчитана трудоемкость выполненных работ, разработка графика проведения научного исследования. В работе был просчитан бюджет научно-технического исследования, основная и дополнительная заработная плата руководителя и студента. Но главной задачей данной работы заключалась в сравнении значений интегральных показателей эффективности, что позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В основе потенциометрических измерений лежит зависимость равновесного потенциала электрода от активности (концентрации) определяемого иона. Для измерений необходимо составить гальванический элемент из подходящего индикаторного электрода и электрода сравнения, а также иметь прибор для измерения потенциала индикаторного электрода.

Для определения NO_3^- используют линейную зависимость потенциала от логарифма концентрации NO_3^- . Электродом сравнения служит ионоселективный электрод, опущенный в раствор малорастворимого соединения анализируемого иона для создания постоянной концентрации иона в растворе сравнения.

Методика разрабатывается для аналитической лаборатории, которая проводит мониторинг вод дистанционно. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы, которым может подвергаться лаборант, приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Калибровка прибора		Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
	Химические		ГОСТ 12.0.003-74
	Показатель микроклимата		СанПиН 2.2.4.548–96
	Повышенный уровень шума		ГОСТ 12.0.003-74

5.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.1.1 Химические факторы

Существует высокий риск приобретения сотрудниками профессиональных заболеваний, так как химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях.

Химические факторы, в зависимости от воздействия на человеческий организм, могут быть:

- Токсичными;
- Раздражающими;
- Сенсибилизирующими;
- Канцерогенными;
- Мутагенными;
- Влияющие на репродуктивную функцию.

Источниками химических факторов в лаборатории могут служить используемые реактивы, которые приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Используемые химические реактивы

№ п/п	Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
1.	Нитрат калия, KNO ₃	5	3
2.	Сульфат калия, K ₂ SO ₄	0,01	3
3.	Хлорид калия, KCL	5	3

Влияние используемых химических веществ на организм.

Все вещества, используемые в работе, относятся к 3 классу опасности (умеренно опасные) и вредного действия не оказывают. Необходимо соблюдать простые правила безопасности при работе с химическими реагентами:

- работать с химическими веществами под вытяжным шкафом;
- использовать халаты, перчатки, очки;

- не есть на рабочем месте, и избегать попадания химических реагентов в организм.

5.1.2 Показатели микроклимата

Микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (СанПиН 2.2.4.548 – 96).

Работа, производимая лаборантом, относится к категории 1б.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте должны составлять в теплое время года – 22–24°C, влажность воздуха 40–60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с; в холодное время года – 21–23°C, влажность воздуха 40–60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с. Оптимальные условия поддерживаются системой отопления и естественной вентиляцией.

5.1.3 Повышенный уровень шума

Шумом называются любые нежелательные для человека звуки, мешающие труду или отдыху и создающие акустический дискомфорт.

Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к глухоте. Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание,

увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы.

Источником шума в лаборатории может являться персональный компьютер.

Уровень шума в лаборатории не выходит за допустимые уровни шума, который составляет 75 дБА для лабораторий согласно ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г.

5.1.4 Электробезопасность

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с – 2 мА, при 10 с и менее – 6 мА.

Переменный ток опаснее постоянного, однако, при высоком напряжении (более 500 В) опаснее постоянный ток. Неблагоприятный микроклимат (повышенная температура, влажность) увеличивает опасность поражения током, так как влага понижает сопротивление кожных покровов.

С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79. Все электрооборудование с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены.

Источниками электрического тока в лаборатории являются розетки и распределительный щит.

Аналитическая лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током – это сухие, беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха и с изолирующими полами, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность.

В целях безопасности сотрудникам запрещено самостоятельно проводить ремонт розеток, осматривать распределительный щит, пренебрегать техникой безопасности (например, не прикасаться к источнику электрического тока мокрыми руками). Также, в целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

Согласно Правил безопасности, при эксплуатации электроустановок необходимо использование также знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей.

5.1.5 Защита пользователей компьютерной и другой оргтехники

Одной из причин ухудшения состояния здоровья у операторов компьютеров является низкое качество мониторов. Важным мероприятием по защите от излучений является оптимальная расстановка компьютеров в рабочем помещении.

В помещениях должно быть смешанное (естественное и искусственное) освещение. Естественное освещение в помещении осуществляется через световые проемы. При этом рекомендуется, чтобы оно было ориентировано на север и северо-восток. Размер КЕО в зонах с

устойчивым снежным покровом должен быть не ниже 1,2 %, а на остальной территории – 1,5 %.

Осветительные установки размещают так, чтобы они обеспечивали равномерную рассеянность освещения. Светильники общего освещения следует располагать над рабочими поверхностями в равномерно прямоугольном порядке, чтобы величина искусственной освещенности составляла не менее 300 лк.

Рабочий стол должен регулироваться по высоте в пределах 680–800 мм. Оптимальная ширина рабочей поверхности стола составляет 800, 1000, 1200, 1400 мм при глубине 800 и 1000 мм. Под рабочим столом должно быть свободное пространство для ног высотой не менее 60 см.

К монитору предъявляют следующие требования:

- 1) его размер должен быть не менее 13 дюймов (31 см) по диагонали;
- 2) он должен иметь антибликовое покрытие;
- 3) дрожание на дисплее должно находиться в пределах 0,1 мм.
- 4) контрастность изображения должна составлять не менее 0,8.

Продолжительность непосредственной работы с компьютером зависит от наличия навыков и тяжести работы и составляет: 6 часов с перерывом 20 мин через каждые 2 ч.

При нормировании числа считываемых или вводимых знаков за смену (число считываемых знаков не более 60 000, а суммарное количество считываемых и вводимых знаков до 40 000 за смену) и при восьмичасовом рабочем дне регламентированные перерывы устанавливаются каждые 2 ч по 15 мин. В целях профилактики переутомления и перенапряжения во время перерывов необходимо выполнять комплексы упражнений (для глаз и мышц тела).

Работники должны проходить предварительный (при приеме на работу) и периодический медицинский осмотр для предупреждения профессиональных заболеваний.

5.1.6 Пожаровзрывобезопасность

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов на производстве.

Пожары на промышленных предприятиях, на транспорте, в быту представляют большую опасность для людей и причиняют огромный материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Классификация зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности проводится для выработки требований к устройствам пожарной сигнализации, оснащению средствами пожаротушения и установлению правил пожарной безопасности.

Лабораторные помещения по ФЗ №123 2008 г. относятся к классу Ф5.1.

При возникновении пожара следует немедленно выключить электроприборы.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения: огнетушители. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Для тушения электроустановок находящихся под напряжением, применяют углекислотные огнетушащие средства. Для тушения возгораний, вследствие химической реакции, применяют порошковые огнетушащие средства.

5.2 Региональная безопасность

5.2.1 Защита гидросферы

В ходе выполнения химических анализов возникают жидкие отходы, в которых присутствуют нитраты, сульфаты, хлориды. Все вещества отводятся через систему промышленной или общесплавной канализации.

5.2.2 Защита литосферы

В процессе работы в лаборатории образуются твердые отходы 5 класса опасности: стекло, бумага, запчасти от компьютеров, изделия из ткани. Отходы собираются в контейнеры и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов. Макулатура собирается отдельно и сдается в приемные пункты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была предложена конструкция измерительного датчика для контроля содержания нитрат-ионов в проточных условиях. Данный датчик подходит для измерения концентраций в пределах ПДК (45 мг/л), выше и ниже значения ПДК.

Изучены влияния разных мешающих факторов, рассматривалось влияние сульфатов и хлоридов на определение содержания нитрат-ионов. Выяснили, что при превышении сульфатов и хлоридов в 10, 20, 30 раз разность потенциалов уменьшается.

Раствор с нитратами определенной концентрации (62 мг/л) постепенно нагревали от 5°C до 40°C. Найдено, что чем выше температура, тем значения датчика выше. В работе изучено стабильность работы датчика в течение 24 часов. Ионметрические датчики работают стабильно, погрешность не превышает 10%.

Для подтверждения работоспособности предложенной системы была измерена градуировочная характеристика в диапазоне концентрации. Показано, что линейность градуировочного графика наблюдается во всем исследуемом диапазоне концентраций.

Предлагаемая методика автоматизированного контроля на основе ионоселективных электродов расширяет круг использования известных методик потенциометрического определения нитрат-ионов и может быть использована для контроля их содержания в природных и сточных водах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии/1-е издание: М. Высшая школа. —2002г. —351с.
2. «ТД АНИОН» Аналитическое оборудование для физико-химического анализа жидких сред [Электронный ресурс] // http://www.td-anion.ru/info/articles/ionoselektivnie_elektrodi.htm (Дата обращения 07.06.2016)
3. Информация о лабораторной технике [Электронный ресурс] // <http://www.neolab.ru/000004.php?qr=000009&article=66> (Дата обращения 07.06.2016)
4. «АльтерЛаб» [Электронный ресурс] // <http://www.alterlabnn.ru/analizator-nitratov-v-vode-anat-2/> (Дата обращения 07.06.2016)
5. Главный контрольно-испытательный центр питьевой воды [Электронный ресурс] // <http://www.gicpv.ru> (Дата обращения 07.06.2016)
6. Камман К. Работа с ионселективными электродами Перевод с нем. — М.: Мир, 1980. — 285 с.
7. Справочник инженера-эколога/ А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов – Изд-во «Недра», 1999. – Ч.1. Вода. – 732 с.
8. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. Ф. Шольца; Пер. с англ. В.Н. Майстренко. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. —326 с.
9. ГОСТ 19790-74 Селитра калиевая техническая.
10. ГОСТ 4145-74 Калий сернокислый. Технические условия.
11. ГОСТ 4568-95. Калий хлористый. Технические условия.