



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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

ООП Аналитический контроль в химической промышленности

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Определение гормона преднизона методом вольтамперометрии

УДК 543.552:615.357:577.175.53

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Смазова Анастасия Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Липских Ольга Ивановна	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	К. филос. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОДД ШБИТ	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	К.Х.Н.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2Д93	Смазова Анастасия Александровна

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/ОПОП	18.03.01 Химическая технология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ»
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент- 1,3; - накладные расходы – 16%; - норма амортизации 10%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей результатов исследования; проведение анализа конкурентных технических решений; SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения исследования, бюджет исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала:

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

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	Канд. филос. наук, доцент		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Смазова Анастасия Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Д93		ФИО Смазова Анастасия Александровна	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение

- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.
- Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации

Тема: Определение гормона преднизона методом вольтамперометрии

Объект исследования гормон преднизон

Область применения медицина

Рабочая зона: лабораторное помещение физико-химических методов анализа ОХИ НИ ТПУ, 2 корпус, 223 аудитория;

Количество и наименование оборудования

рабочей зоны: ПК, вольтамперметр, аналитические весы, рН-метр.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: пробоподготовка, приготовление буферного раствора, работа с Та-lab.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

- ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;
- СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
- ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;
- ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»;
- СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений";
- Наличие вентиляции;
- Спецодежда, перчатки, обувь и др.;

	• <i>Ширина проходов к рабочим местам или между рядами оборудования должна быть не менее 1,5 м.</i>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов – Обоснование мероприятий по снижению воздействия ОВПФ	Опасные факторы: • Факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, называемые для краткости химическими веществами; • Производственные факторы, связанные с электрическим током; Вредные факторы: • Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения • Монотонность труда; • Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; • Повышенный уровень шума; Средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: • При работе с химическими реагентами необходимо работать под вытяжным шкафом, использовать защитную одежду (халат), средства защиты рук (перчатки), а также средства защиты глаз, лица и органов дыхания. • Необходимо использовать искусственное освещение. • Через каждые 45 минут непрерывной работы за компьютером нужно делать небольшой перерыв. • В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума и вибрации применяются наушники, беруши.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<i>Воздействие на селитебную зону: отсутствует.</i> <i>Воздействие на литосферу: бытовой мусор</i> <i>Воздействие на гидросферу: В исследовании используются растворы кислоты, соли и органические соединения.</i> <i>Воздействие на атмосферу: Пары вредных веществ через вентиляционную систему могут оказывать негативное влияние на атмосферу.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<i>Возможные ЧС:</i> 1. Пожар 2. Химический взрыв <i>Наиболее типичная ЧС: пожар</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИТ	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Смазова Анастасия Александровна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 83 страниц, 11 рисунков, 27 таблиц, 32 источника.

Ключевые слова: стероиды, глюкокортикоиды, преднизон, электровосстановление.

Объектом исследования является: преднизон.

Целью работы является разработка количественного определения гормона преднизона методом вольтамперометрии.

В процессе эксперимента проводились исследования электрохимических свойств гормона преднизона методом вольтамперометрии. В результате исследования была разработана методика количественного определения гормона преднизона в биологическом образце.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: научно-исследовательская работа проводилась в аналитической физико-химической лаборатории ОХИ ИШПР ТПУ, оснащённой всем необходимым для исследования оборудованием.

Степень внедрения: работа находится на стадии исследований.

Область применения: аналитический контроль, химическая промышленность.

Экономическая эффективность/значимость работы: использование новой эффективной методики количественного определения преднизона.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	9
1. Литературный обзор	10
1.1 Гормоны и их роль в жизнедеятельности человека	10
1.2 Преднизон. Функции, значение, свойства.....	11
1.2.1 Методы определения преднизона	13
1.3.1 Спектрофотометрические	13
1.3.2 ВЭЖХ.....	13
1.3.3 Электрохимические методы	14
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Средства измерения, электроды, вспомогательные устройства и материалы	18
2.2 Реактивы.....	18
2.3 Приготовление растворов	19
2.4 Методика приготовления раствора преднизона	19
2.5 Методика эксперимента	20
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	21
3.1 Влияние изменения pH раствора на потенциал	21
3.2 Подбор потенциала и времени накопления.....	23
3.3 Влияние скорости развертки на интенсивность сигнала электровосстановления преднизона.....	24
3.4 Зависимость тока пика от концентрации.....	27
3.5 Определение гомрона преднизона в сыворотке крови человека	28
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	31
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	31
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	31
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	31
4.1.3 SWOT-анализ	33
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	37
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	37
4.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ.....	40

4.2.1 Разработка графика проведения научного исследования.....	41
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	47
4.3.1 Расчет материальных затрат исследования.....	47
4.3.1.1 Расчет затрат на специальное оборудование для научно-технического исследования	49
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	53
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	55
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	56
4.3.6 Накладные расходы	56
4.4 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования .	57
4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	59
5 Социальная ответственность	63
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	63
5.2 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	64
5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	65
5.4 Производственная безопасность	65
5.5 Анализ потенциально возможных и опасных факторов.....	66
5.6 Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	67
5.7 Экологическая безопасность.....	74
5.7.1 Анализ влияния объекта на атмосферу	74
5.7.2 Анализ влияния процесса исследования на гидросферу	74
5.7.3 Анализ влияния процесса исследования на литосферу	75
5.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
5.9 Анализ вероятных ЧС, при проведении исследований, и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80

ВВЕДЕНИЕ

В человеческом организме каждую секунду протекает масса самых разных биохимических превращений, от которых зависит функционирование не только отдельных органов и систем, но и организма в целом. Они необходимы для правильного протекания абсолютно всех физиологических процессов, начиная от синтеза необходимых веществ, изменения настроения и заканчивая зарождением новой жизни. Все это находится под контролем эндокринной системы, основными «агентами» которой являются гормоны [1].

Чаще всего гормоны вырабатываются железами внутренней секреции (реже эндокринными тканями) и затем транспортируются через кровь к клеткам-мишеням. Связывание гормонов с рецептором, расположенным на поверхности или внутри клетки, запускает ряд реакций, которые стимулируют или ингибируют специфические метаболические процессы с целью поддержания гомеостаза всего организма [2]. Существует несколько различных критериев классификации гормонов: в зависимости от места их образования, химическая структура, механизм действия или оказываемый конечный эффект. Благодаря химической структуре можно выделить четыре основные группы гормонов, такие как пептидные и белковые гормоны, гормоны-производные аминокислот, стероидные гормоны и аналоги жирных кислот [3]. Известно, что гормоны также влияют на функционирование иммунной системы и даже на поведение. Таким образом, заболевания, возникающие в результате гормональных нарушений, имеют серьезные последствия для здоровья и могут вызывать полиорганные симптомы. Гормоны не только вырабатываются железами нашего организма, но и являются важной частью распространенных лекарств, используемых при различных заболеваниях. [4]

1. Литературный обзор

1.1 Гормоны и их роль в жизнедеятельности человека

Элементами эндокринной системы являются как непосредственно железы внутренней секреции (поджелудочная, щитовидная, паращитовидные железы), так и отдельные органы.

Каждый из них ответственен за выработку конкретного гормона, который выделяется в кровь и с ней доставляется непосредственно в органы и ткани-мишени, запуская или останавливая протекание того или иного процесса. Благодаря этому не только обеспечивается выполнение важных для жизнедеятельности процессов, но и способность организма чутко подстраиваться под изменения условий внутренней и внешней среды, расти и развиваться [5].

В коре надпочечников синтезируются около 59 различных гормонов, называемых кортикостероидами или кортикоидами. Кортикостероиды включают две большие группы гормонов глюкокортикоиды и минералокортикоиды.

В клинической практике применяются природные глюкокортикоиды (кортизон и гидрокортизон) и их синтетические аналоги. Последние в свою очередь делятся на нефторированные (преднизон, преднизолон, метилпреднизолон) и фторированные (триамцинолон, дексаметазон и бетаметазон) [6]. Очень часто при недостатке в организме какого-либо гормона врачи назначают именно синтетические гормоны. Сейчас синтетические аналоги гормонов применяют значительно чаще, чем сами природные гормоны, поскольку с помощью синтетических аналогов возможно уменьшить ненужные «лишние» эффекты. То есть подбираются вещества, близкие по химической структуре к природному гормону, но при этом у них «нужное» действие более выражено, а «лишние» минимизированы. Синтетические гормоны получили широкое распространение в окружающей среде благодаря их использованию в качестве фармацевтических препаратов.

Синтетические кортикостероиды обладают важными физиологическими свойствами, такими как противовоспалительное и антистрессовое действие, и считаются наиболее эффективным средством для местного лечения заболеваний [7].

Кортикостероидами достаточно часто злоупотребляют в спорте, поскольку они могут повышать уровень энергии и вызывать эйфорический эффект. Они также воздействуют на нервную систему и могут улучшить способность спортсмена концентрироваться и выполнять упражнения на выносливость и силу, а также облегчать боль.

Одним из таких синтетических гормонов является преднизон. Широкое использование преднизона наряду со злоупотреблением им в качестве допинга сделало его универсальным соединением и побудило изучить его электрохимическое поведение.

1.2 Преднизон. Функции, значение, свойства

Преднизон является искусственным препаратом, который имитирует естественные кортикостероиды, вырабатываемые в организме (Рисунок 1). Он используется в терапевтической медицине из-за его сильного противовоспалительного и иммудепрессивного действия. Данный кортикостероид назначают для лечения некоторых воспалительных заболеваний, таких как астма, ревматоидный артрит, различные заболевания почек, в том числе нефритический синдром, умеренные аллергические реакции и в более высоких дозах применяется при некоторых видах рака. Основная роль преднизона заключается в воздействии на иммунную систему, что приводит к подавлению воспалительных реакций.

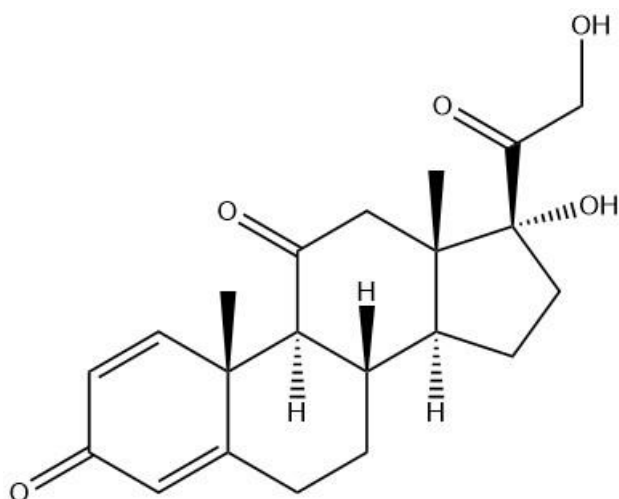


Рисунок 1 – Структурная формула гормона преднизона

Преднизон создан «по образу и подобию» одного из гормонов надпочечника – кортизола, имеющего важную функцию в организме.

Преднизон является пролекарством и должен быть преобразован в преднизолон печенью, прежде чем он станет активным [8].

Кетогруппа преднизона, присутствующая в положении 3, подвергается восстановлению с образованием гидроксильной группы, при этом преднизон переходит в активную форму, то есть в преднизолон. (Рис.2)

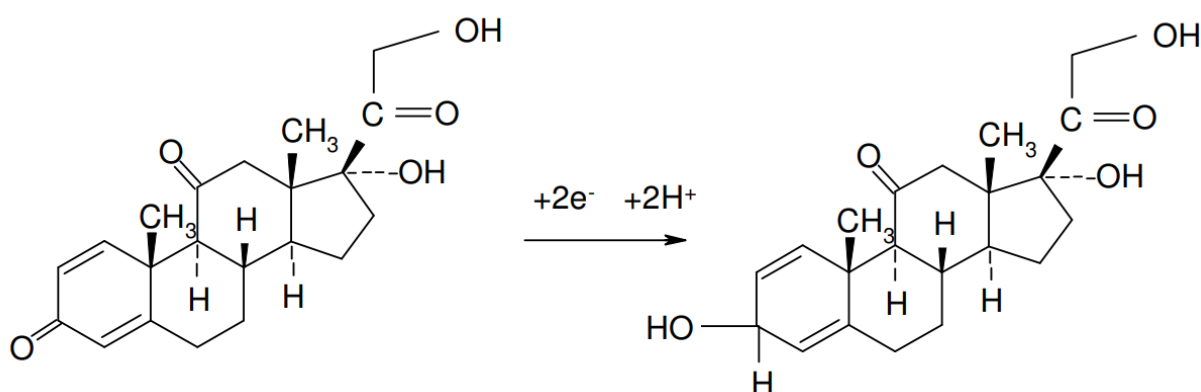


Рисунок 2 – механизм восстановления преднизона до преднизолона

Активизация достигается путем восстановления 11-оксо-группы печеночным ферментом 11-гидроксидегидрогеназой [9].

Окислительно-восстановительное поведение преднизона имеет большое значение для понимания активности гормона внутри организма, а также для

понимания его взаимодействия с системами, имеющими биологическое значение, что связано с клинической диагностикой [10].

1.2.1 Методы определения преднизона

1.3.1 Спектрофотометрические

В работе [11] авторы проводят одновременное определение кортикостероидов, таких как преднизон, преднизолон, дексаметазон, бетаметазон натрия фосфата и гидрокортизон. Данный метод основан на окислении кортикостероидов железом (III) в кислой среде и последующем комплексообразовании железа (II) с гексацианоферратом калия (III) до образования голубовато-зеленого цвета. Стандартный раствор готовили путем растворения преднизона в метаноле.

Условия реакции устанавливались путем изменения одного параметра в определенный момент времени и поддержания постоянными остальных. Было исследовано влияние концентрации хлорида железа (III) и гексацианоферрата калия (III) на поглощение при сохранении фиксированной концентрации преднизона. Максимальное и постоянное поглощение было обнаружено при концентрации FeCl_3 и $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, равными $6,0 \cdot 10^{-3}$ М и $7,5 \cdot 10^{-4}$ М соответственно.

Точность разработанного метода следует из значений стандартного отклонения, которое варьируется от 0,03% до 1,06%, что показывает преимущества разработанного метода по сравнению с существующими спектрофотометрическими исследованиями преднизона в видимой области.

1.3.2 ВЭЖХ

Также для определения кортикостероидов активно используют метод ВЭЖХ, а именно обращенно-фазовую хроматографию.

Работа [12] посвящена одновременному определению в обратной фазе преднизона и преднизолонa в плазме человека методом жидкостной хроматографии.

При обращенно-фазовой хроматографии используются неполярные сорбенты и полярный растворитель. Поскольку диоксид кремния связан с длинноцепочечным углеводородом, то водородные связи не образуются и вследствие чего кортикостероиды элюируются в виде острых симметричных пиков.

Гепаринизированную плазму (1,0 мл) с 0,1 мл стандартного раствора (1,1-дезоксигидрокортизон, 2 мг/л) экстрагируют 7,0 мл дихлорметана, затем последовательно промывают 0,1 моль/л HCl, 0,1 моль/л NaOH и деионизированной водой по 2,0 мл. Экстракт выпаривают и остаток растворяют в 75 мкл подвижной фазы, метанол/H₂O (40/60 по объему). 30 мкл этого раствора вводят в колонку с обращенной фазой C₆, которая элюируется при температуре 1,4 мл/мин. Время удерживания преднизона составило 11,8 минут. Чувствительность данного метода составляет 25 нг/мл.

1.3.3 Электрохимические методы

Определение с помощью методов ВЭЖХ и спектрофотометрии занимает много времени, требует дериватизации, предварительной обработки образцов, гидролиза и так далее, а процедура требует специальных навыков для анализа. На рубеже последних лет появился интерес к развитию электрохимических методов анализа стероидов, так как большинство стероидов являются электроактивными (окисляемыми или восстанавливаемыми). [13]

Работа [14] посвящена электрохимическому определению сразу двух гормонов (преднизона и преднизолонa) В качестве рабочего электрода использовали пиролитический графитовый электрод, модифицированный фуллереном C₆₀. Установлено, что предел обнаружения и чувствительность преднизона составила $4,8 \cdot 10^{-8}$ М и 0,2766 мкА соответственно.

Для одновременного определения преднизона и преднизолона в биологических жидкостях и фармацевтических препаратах было предложено применение графитового электрода с таким модификатором, как углеродные нанотрубки. Так, в работе [7] электрохимическое определение обоих гормонов проводили с помощью квадратно-волновой вольтамперометрии Остерюнга в фосфатной буферной среде с pH 7,2. Модифицированный электрод показал хорошие электрокаталитические свойства в отношении преднизона и преднизолона с пиковым потенциалом -1230 и -1332 мВ соответственно. Предел обнаружения, наблюдаемый для преднизона и преднизолона, составлял $0,45 \cdot 10^{-8}$ и $0,90 \cdot 10^{-8}$ М соответственно. Результаты количественной оценки преднизона и преднизолона в биологических жидкостях также сравнивались с помощью ВЭЖХ, и результаты были хорошо согласованы.

В исследовании [15] использовался метод дифференциальной импульсной вольтамперометрии для одновременного определения глюкокортикоидов таких как преднизон, преднизолон и дексаметазон. Все три соединения восстанавливали на ртутном электроде в буфере Бриттона–Робинсона (pH=3,78), и наблюдались четко выраженные вольтамперометрические пики. При оптимальных экспериментальных условиях пределы обнаружения составляли 5,6, 8,3 и 16,8 мг/л для преднизона, преднизолона и дексаметазона соответственно. Предложенный метод был также применен для определения остатков глюкокортикоидов в образцах плазмы кролика и мочи человека с удовлетворительными результатами.

В последние годы наблюдается возрастание интереса к электродам, модифицированным углеродными наносферами. В работе [10] были исследованы электрохимические свойства преднизона, синтетического кортикостероидного лекарственного средства, в нейтральной фосфатной буферной среде при pH 7,2 с использованием стеклоуглеродного электрода, покрытого углеродными наносферами. Обнаружено, что процесс восстановления преднизона на модифицированном электроде зависит от pH и

демонстрирует кинетику электрохимического восстановления с переносом двух протонов и двух электронов. Также изучено взаимодействие преднизона с ионами переходного металла (Cu^{2+}), так как ионы переходных металлов играют важную роль в модуляциях контакта ДНК с лекарствами. Предел обнаружения данного метода составил 73 нМ.

Имеющиеся электрохимические методы определения преднизона представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Электрохимические методы определения преднизона

Электрод	Модификатор	Метод	pH	Предел обнаружения (LOD), М	Линейный диапазон концентраций	Анализируемый объект	Сопутствующие компоненты	Ссылка на источник
Пиролитический графит	Фуллерен	Квадратно-волновая вольтамперометрия	7,2	$4,8 \cdot 10^{-8}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$ – $40 \cdot 10^{-6}$ М	Плазма крови	–	[14]
	ОУНТ	Квадратно-волновая вольтамперометрия	7,2	$0,45 \cdot 10^{-8}$	$0,01 \cdot 10^{-6}$ – $100 \cdot 10^{-6}$ М	Моча человека, фармацевтический препарат	Преднизолон	[7]
Ртутный электрод	–	Дифференциальная импульсная зачистная вольтамперометрия	3,78	$1,5 \cdot 10^{-8}$	0,02 – 0,38 мкг/мл	Моча человека	Преднизолон, дексаметазон	[15]
СУЭ	Углеродные наносферы	Прямоугольная вольтамперометрия	7,2	$7,3 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-6}$ – $50 \cdot 10^{-6}$ М	Фармацевтический препарат	–	[10]

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Средства измерения, электроды, вспомогательные устройства и материалы

Приборы. При выполнении исследований применяли следующие средства измерения: анализатор вольтамперометрический TA-Lab (ООО «НПП Томьаналит», г. Томск, Россия), совмещенный с персональным компьютером; весы аналитические типа ВЛ-210 («Госметр», Россия).

Электрохимическая ячейка и электроды. Электрохимическая ячейка представляет собой кварцевый стакан объемом 20 см³, который устанавливается в специальное отверстие на платформе анализатора.

В качестве индикаторного электрода при исследовании использовали графитовый электрод с обновляемой поверхностью.

Вспомогательным и электродом сравнения были хлоридсеребряные электроды (ХСЭ). Перед использованием их корпус заполняли 1 М раствором KCl, в котором электроды хранились между экспериментами.

Мерная посуда. В работе использовали стеклянную посуду: мерные колбы вместимостью 50 см³; дозаторы Ленпипет с переменным объемом 10 – 100 мкл и 1 – 5 мл. Для каждого раствора использовали отдельную пипетку и сменный наконечник дозатора.

Вспомогательные устройства и материалы. При выполнении измерений использовали дистиллятор «Аквадистиллятор ДЭ-4», посуду стеклянную лабораторную, бумагу фильтровальную, дистиллированную воду.

2.2 Реактивы

В работе использовали следующие реактивы и стандартные вещества:

- преднизон (European Pharmacopoeia, Франция);
- калий хлористый, х.ч. (ОАО «Уралкалий», Россия);

- спирт этиловый, х.ч (ОАО «Уралкалий, Россия);
- ледяная уксусная кислота, х.ч. (Реахим, Россия)
- борная кислота, х.ч. (Лабтех, Россия)
- ортофосфорная кислота, х.ч. (Реахим, Россия)
- натрий гидроокись, х.ч. (Лабтех, Россия)

2.3 Приготовление растворов

Калия хлорид 1 М. Навеску массой 0,3725 г помещали в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводили до метки дистиллированной водой.

Буферный раствор Бриттона-Робинсона. Для приготовления кислой части буферного раствора брали навеску 2,4732 г борной кислоты, 2,65 мл ортофосфорной кислоты и 5,69 мл уксусной кислоты, помещали все в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяли в небольшом количестве дистиллированной воды и доводили объем раствора до метки.

Для приготовления основной части буферного раствора - 0,2М NaOH брали навеску 8 г NaOH, помещали в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяли в небольшом количестве дистиллированной воды и доводили до метки.

Для создания необходимого значения pH, к кислой части буферной смеси постепенно добавляли 0,2М NaOH. Регистрировали изменение pH с помощью pH-метра.

2.4 Методика приготовления раствора преднизона

Исходный раствор глюкокортикоида (0,001 М) готовили путем растворения 0,0179 г соединения в 50 мл этанола и разбавления до 100 мл дистиллированной водой.

2.5 Методика эксперимента

Вольтамперометрическое определение

В электрохимическую ячейку вносят 10 мл буферного раствора Бриттона-Робинсона. Проводят не менее трех регистраций вольтамперограмм фонового электролита при следующих условиях:

- рабочий диапазон потенциалов от -0,5 до -1,7 В;
- время перемешивания 20 с;
- время успокоения 10 с;
- скорость развертки 100 мВ/с.

После подтверждения чистоты фонового электролита в электрохимическую ячейку дозатором вносили раствор преднизона и снимали вольтамперограммы.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование, чтобы выявить потребителей результатов исследования.

В работе представлен способ количественного определения гормона преднизона. Потенциальными потребителями результатов разработанной методики могут являться фармацевтические производства.

Наряду с существующими методиками определения фармацевтических субстанций и различных веществ постоянно появляются новые, с улучшенными аналитическими характеристиками. Одним из наиболее доступных и экспрессных методов является метод вольтамперометрии, позволяющий определять содержание веществ на уровне 10^{-7} - 10^{-9} М.

При выборе метода контроля качества предприятия учитывают стоимость проведения анализа, стоимость оборудования, а также чувствительность и экспрессность метода. Оборудование для метода ВЭЖХ является достаточно дорогостоящим, поэтому производители предпочитают более экономически эффективные методы. Следовательно, разработанная методика будет актуальна на отечественном рынке, если будет снижена стоимость производства.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

На рынке существует множество разработок, конкурирующих между собой, поэтому периодически необходимо проводить их детальный анализ.

Благодаря этому можно внести изменения в научное исследование, что позволит ему стать более перспективным и экономически выгодным.

С помощью анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения оценить сравнительную эффективность научной разработки и определить возможность ее повышения. В таблице 3 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

где:

- B_{ϕ} – вольтамперометрическое определение (предложенная методика);
- B_{k1} – использование хроматографических методов (конкурент № 1);
- B_{k2} – использование спектрофотометрического метода (конкурент № 2);
- K_{ϕ} , K_{k1} , K_{k2} – конкурентоспособность соответствующих продуктов

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Чувствительность	0,2	5	5	3	1	1	0,6
2. Экспрессность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
3. Простота аппаратного оформления	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
4. Безопасность	0,2	4	4	5	0,8	0,8	0,4

Экономические критерии оценки эффективности							
5. Срок эксплуатации оборудования	0,2	4	3	4	0,8	0,6	0,8
6.Стоимость оборудования	0,2	4	3	3	0,8	0,6	0,6
Итого:	1	26	21	23	4,3	3,6	3,2

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i-го показателя.

Таким образом, проведя анализ конкурентных решений и сведя результаты в таблицу 1, можно утверждать, что научная разработка, описываемая в данной работе, является конкурентоспособной, актуальной и перспективной.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации.

Первым этапом является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Результаты SWOT – анализа приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Простота эксплуатации оборудования; С2. Минимальное количество отходов эксперимента; С3. Доступность исходных реагентов и сырья; С4. Экспрессность	Слабые стороны проекта: Сл1. Работа с концентрированными кислотами; Сл2. Погрешности и ошибки вольтамперометрического анализатора TA-Lab; Сл3. Необходимость прибора и компьютера, с определенным программным обеспечением
Возможности: В1. Разработка более дешевой и экспрессной методики анализа; В2. Использование разработки в промышленных масштабах; В3. Перспективы внедрения вольтамперометрии в качестве метода анализа в медицине.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса продукт; У2. Конкуренция имеющихся технологий производства		

УЗ. Повышение стоимости оборудования		
--------------------------------------	--	--

Вторым этапом является построение интерактивной матрицы проекта на основании таблицы SWOT. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие). Пример интерактивной матрицы проекта представлен в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Интерактивная матрица возможностей проекта

Возможности	Сильные стороны				Слабые стороны		
	С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2	Сл3
В1	+	+	+	+	—	—	—
В2	+	+	+	+	—	—	0
В3	+	+	+	+	+	+	0

Таблица 6 – Интерактивная матрица угроз проекта

Угрозы	Сильные стороны				Слабые стороны		
	С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2	Сл3
У1	—	—	+	+	+	+	0
У2	—	—	—	—	+	+	0
У3	—	—	—	—	+	+	0

Из интерактивной матрицы следует, что необходимо уделить особое внимание сильным сторонам проекта и максимально развивать их, так как они соответствуют сразу всем возможностям данного проекта. Что касается слабых сторон проекта, то необходимо приложить усилия для увеличения функциональности системы и повышения её универсальности по причине того, что эти слабости соответствуют большему числу угроз.

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа и представлена в таблице 7.

Таблица 7– Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Простота эксплуатации оборудования; С2. Минимальное количество отходов эксперимента; С3. Доступность исходных реагентов и сырья; С4. Экспрессность	Слабые стороны проекта: Сл1. Работа с концентрированными кислотами; Сл2. Погрешности и ошибки вольтамперометрического анализатора ТА-Lab;
Возможности: В1. Разработка более дешевой и экспрессной методики анализа; В2. Использование разработки в промышленных масштабах; В3. Перспективы внедрения вольтамперометрии в качестве метода анализа в медицине.	В связи с большой актуальностью выбранной темы, наблюдается заинтересованность в практическом применении проекта в промышленности. Т.к. разработка имеет уникальные свойства (простота и удобство эксплуатации, доступность исходных	Из-за работы с вредными химическими реактивами могут возникнуть проблемы с перспективами дальнейшего развития проекта. Для уменьшения влияния негативных факторов необходимо использовать средства индивидуальной защиты, а именно -

	реагентов) существуют огромные шансы выхода проекта на российский рынок.	перчатки и халат.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Конкуренция имеющихся технологий производства	Следует усиленно продвигать разработку области медицины с целью создания спроса.	Следует выработать маркетинговую стратегию в области продвижения разработки на рынок.

Анализируя итоговую матрицу, можно сделать вывод о том, что для создания спроса и конкурентоспособности разработки необходимо заниматься усиленным продвижением продукта на рынок посредством мощной маркетинговой стратегии, а также имеет место разработка новых модификаций и использование принципиально новых технологий.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;

4) построение графика проведения научно – экспериментальных работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания (ТЗ)	1	Составление и утверждение технического задания (ТЗ)	Научный руководитель, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследования	Научный руководитель, бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Литературный обзор	Бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Подготовка необходимого оборудования и образцов для исследования	Научный руководитель, бакалавр
	7	Проведение экспериментов и получение результатов	Бакалавр
	8	Проведение расчетов и их обоснование на основании	Научный руководитель, бакалавр

		экспериментальных данных	
	9	Сопоставление полученных результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель, бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, бакалавр
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, Бакалавр
Проведение ВКР			
Разработка технической документации и проектирование	11	Обработка графических данных	Бакалавр
Оформление комплекта документации по ВКР	12	Составление пояснительной записки	Бакалавр
Сдача выпускной квалификационной работы	13	Подготовка к защите ВКР	Бакалавр

4.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Одной из частей суммарной стоимости разработки являются трудовые затраты, для ее подсчета необходимо для каждого участника научного исследования определить трудоемкость работ.

Трудоемкость выполнения проекта измеряется в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$

используется следующая формула:

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

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы в человеко-днях;

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

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

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дней;

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

Результаты расчётов представлены в таблице 7.

4.2.1 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой 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 этапа работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

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.

В свою очередь коэффициент календарности определяется по 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.

Количество календарных дней для 2021/2022 учебного года составит 365. Количество выходных и праздничных дней примем 52 и 14 соответственно.

Тогда коэффициент календарности составит:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22.$$

Календарный план-график проведения исследования способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Временные показатели проведения научного исследования,
где НР – научный руководитель; Б – бакалавр

№	Название работ	Трудоемкость работ			Исполнитель	T_{pi} , раб. дни	T_{ki} , кал. дни
		t_{min} , чел- дни	t_{max} , чел- дни	$t_{ожi}$, чел- дни			
1	Составление и утверждение технического задания (ТЗ)	1	2	1,4	НР	1,4	2
		1	2	1,4	Б	1,4	2
2	Выбор направления исследования	3	5	3,8	НР	3,8	5
		5	7	5,8	Б	5,8	8
3	Подбор и изучение материалов по теме	3	7	4,6	Б	4,6	6
4	Литературный обзор	5	10	7	Б	7	9
5	Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	НР	1,8	3
		1	3	1,8	Б	1,8	3
6	Подготовка необходимого оборудования и образцов для исследования	4	8	8,2	НР	8,2	10
		4	8	5,6	Б	5,6	7

7	Проведение экспериментов и получение результатов	14	21	12,6	Б	12,6	16
8	Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	2	3	2,4	НР	2,4	3
		2	7	4	Б	4	5
9	Сопоставление полученных результатов с теоретическими исследованиями	2	4	2,8	НР	2,8	4
		4	7	5,2	Б	5,2	7
10	Определение целесообразности проведения ВКР	3	5	3,8	НР	3,8	5
		3	5	3,8	Б	3,8	5
11	Обработка графических данных	4	7	5,2	Б	5,2	7
12	Составление пояснительной записки	15	25	19	Б	19	23
13	Подготовка к защите ВКР	4	6	4,8	Б	4,8	6
Итого						105	136
		Научный руководитель				24,2	32
		Бакалавр				80,8	104

Таблица 10 – Календарный план-график проведения научного исследования

Вид работы	Исполнители	T _к , кал. Дн	Продолжительность выполнения работ										
			февраль		март			апрель			май		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Разработка технического задания (ТЗ)	Научный руководитель	1											
	Бакалавр	1											
Выбор направления исследования	Научный руководитель, бакалавр	5											
		8											
Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	6											
Литературный обзор	Бакалавр	9											
Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	3											
	Бакалавр	3											

Подготовка необходимого оборудования и образцов для исследования	Научный руководитель	10											
	Бакалавр	7											
Проведение экспериментов и получение результатов	Бакалавр	16											
Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	Научный руководитель	3											
	Бакалавр	5											
Сопоставление полученных результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель	4											
	Бакалавр	7											
Определение целесообразности	Научный руководитель	5											

проведения ВКР	Бакалавр	5											
Обработка графических данных	Бакалавр	7											
Составление пояснительной записки	Бакалавр	23											
Подготовка к защите ВКР	Бакалавр	6											

Условные обозначения в таблице:

Научный руководитель	Бакалавр

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнительской системы;
- дополнительная заработная плата исполнительской системы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат исследования

Данный раздел включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, т.е. затраты на сырье и материалы, комплектующие изделия, используемые в качестве объектов исследования, а также для эксплуатации и технического обслуживания используемого оборудования.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25 % от стоимости материалов. Материальные затраты на мерную посуду, материалы и реактивы для данного исследования представлены в таблице 11.

Расчёт материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (6)$$

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, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг., руб./м., руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 11 – Материальные затраты исследования

Наименование	Ед.изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Мерные колбы лабораторные стеклянные объёмом:	шт			
– 50 см ³		2	180	360
– 500 см ³		2	400	800
Стаканы лабораторные стеклянные объёмом:	шт			
– 50 см ³		3	40	120
– 100 см ³		2	50	100
Воронка лабораторная стеклянная с диаметрами:	шт			
– 100 мм		2	180	360

Фильтры «Синяя лента»	уп	1	30	30
Пробирки химические	шт	12	20	240
Калий хлористый	кг	0,1	1490	149
Серная кислота	кг	0,1	500	50
Азотная кислота	кг	0,1	3700	370
Гормон преднизон	кг	0,01	64*10 ⁶	7000
Этанол	кг	0,1	1500	150
Транспортные расходы (5%)				486,45
Итого:				10215,45

4.3.1.1 Расчет затрат на специальное оборудование для научно-технического исследования

Затраты на оборудование для научно-экспериментальных работ представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на оборудование для научно-экспериментальных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Дозатор Ленпипет 0,5-5 мл	1	7500	7500
3	Дозатор Ленпипет 10-100 мкл	1	6850	6850
4	Хлоридсеребряный электрод	4	760	3040

5	Углеродсодержащий электрод	2	1188	2376
Итого:				19766

Стоимость оборудования, используемого при выполнении исследования, имеющегося в распоряжении Отделения химической инженерии ТПУ, свыше сорока тысяч рублей, учитывалась в виде амортизационных отчислений. Срок полезного использования оборудования – 2,5 месяца.

Величина амортизации для оборудования рассчитывается по следующей формуле:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \cdot N_a \cdot a}{100 \cdot 12}, \quad (7)$$

где $C_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость, руб.;

N_a – норма амортизации, %;

a – срок работы, месяц.

Норма амортизации определяется по формуле:

$$N_a = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где T – срок эксплуатации, год.

Затраты на необходимое для данного исследования оборудование представлены в таблице 13.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\partial}}, \quad (9)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года ($M = 10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 рабочих дней);

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочих дней.

Таблица 13 – Затраты на оборудование с учетом амортизационных отчислений

Наименование оборудования	Кол-во единиц, шт.	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Время использования, мес.	Срок эксплуатации, лет	Амортизация годовая, руб.	Амортизация, руб
Весы аналитические ACCULAB ALC 210 (класс точности 0,0001г, Россия)	1	51600	51600	5,5	7	7371	1657
Вольтамперометрический анализатор TA-lab (ООО «НПП Томьаналит», Россия)	1	165000	165000	16	5	33000	11000
Дистиллятор для приготовления воды очищенной (Россия, ЧЗБТ)	1	92500	92500	2,7	10	9250	2079
Итого			309100			49621	14736

Расчетные значения затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ и их амортизации составило 309100 и 14736 рублей соответственно.

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (10)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

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

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p, \quad (11)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, рабочих дней (таблица 8).

В таблице 14 приведен баланс рабочего времени каждого работника, принимающего участие в рамках данной ВКР.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	
Количество нерабочих дней: – Выходные дни – Праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени: – Отпуск – Невыходы по болезни	48	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	271

Месячный оклад работника определяется по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (12)$$

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

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

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

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 15.

Таблица 15 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс},$ руб	$k_{пр}$	k_p	$З_{м},$ руб	$З_{дн},$ руб	$T_p,$ раб.дн.	$З_{осн},$ руб
Научный руководитель	39300	0,3	1,3	66417,0	2751,93	24,2	66596,70
Бакалавр	20064	0,3	1,3	33908,0	1301,26	80,8	105141,80
Итого							171738,50

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot k_{доп}, \quad (13)$$

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

Общая заработная плата исполнителей работы с учётом дополнительной заработной платы в 15 % представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Полная заработная плата исполнителей

Исполнитель	Коэффициент доплаты	Основная заработная плата, руб.	Дополнитель ная заработная плата,руб.	Полная заработная плата, руб.
Научный руководитель	0,15	66596,70	9989,50	76586,20
Бакалавр	0,15	105141,80	15771,27	120913,07
Итого		171738,50	25760,77	197499,27

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды отражают 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 этих отчислений определяется по следующей формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{доп} + З_{осн}), \quad (14)$$

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

Общий совокупный тариф отчислений составляет 30 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Заработная плата	Научный руководитель	Бакалавр
Основная	66596,70	105141,80
Дополнительная	9989,50	15771,27
Итого	22975,86	36273,92

4.3.6 Накладные расходы

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

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр}, \quad (15)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов $k_{нр}$ допускается взять в размере 16 % от общей суммы затрат.

4.3.7 Прочие прямые затраты

Затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием. Стоимость 1 кВт/час – составляет 5,8 руб. Затраты на электроэнергию для каждого вида оборудования представлены в таблице 18.

Таблица 18– Расчет затрат на электроэнергию

Оборудование	Мощность, кВт	Время работы, ч	Затраты, руб
Весы аналитические ACCULAB ALC 210 (класс точности 0,0001г, Россия)	0,05	1	0,29
Вольтамперометрический анализатор ТА-lab (ООО «НПП Томьаналит», Россия)	1	105	609
Дистиллятор для приготовления воды очищенной (Россия, ЧЗБТ)	0,24	9	12,528
Персональный компьютер	2	120	1392
Итого:			2013,8

4.4 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Основу для формирования бюджета затрат проекта составляет рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы. При заключении договора с заказчиком сформированный бюджет защищается

научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на ВКР по теме: «Разработка способа функционализации углеродных нанотрубок с целью их применения в электроаналитической химии» представлено в таблице 19.

Таблица 19 - Расчет бюджета затрат научно-технического исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	10215,45	Таблица 11
2. Затраты на оборудование для научно - экспериментальных работ	19766	Таблица 12
3. Амортизация оборудования	14736	Таблица 13
4. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	171738,50	Таблица 15
5. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	25760,77	Таблица 16
6. Отчисления во внебюджетные фонды	59249,78	Таблица 17
Итого основные расходы	301466,50	
7. Накладные расходы	38754,67	16 % от суммы ст. 1-5
8. Прочие прямые затраты	2013,8	
9. Бюджет затрат исследования	342234,97	Сумма ст. 1- 8

Таким образом, бюджет научно-технического исследования составил 342234,97 рублей.

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (16)$$

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

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

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

Результаты расчета приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет интегрального финансового показателя

№ исп.	Стоимость исполнения	Максимальная стоимость исполнения	Интегральный финансовый показатель
1	342234,97	378160,18	0,905
2	378160,18		1
3	361142,97		0,955

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:

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (17)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения научно-технического проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Критерии				
1. Безопасность	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	3	3
3. Простота аппаратного оформления	0,15	4	4	3
4. Энергосбережение	0,20	5	4	4
5. Надежность	0,20	5	4	4
6. Материалоемкость	0,10	5	4	4
Итого	1	4,45	3,85	3,50

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,10 = 4,45;$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,10 = 3,85;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,10 = 3,50;$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}. \quad (18)$$

$$I_{тек.пр} = \frac{4,45}{0,905} = 4,9 \quad I_{исп.1} = \frac{3,85}{1} = 3,85 \quad I_{исп.2} = \frac{3,5}{0,955} = 3,66$$

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

Сравнительная эффективность проекта вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}. \quad (19)$$

Результаты расчета приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1 Текущий проект	Исп.2 Хроматогра фические методы	Исп.3 Спектроф ометри ческие методы
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,905	1	0,955
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	3,85	3,50
3	Интегральный показатель эффективности	4,9	3,85	3,66
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,33	1,05	1

Проанализировав эффективности каждого исполнения, можно сделать вывод, что ресурсосбережение и ресурсоэффективность данного исполнения является наиболее эффективным, имея интегральные показатели ресурсоэффективности и эффективности, равными 4,45 и 4,9 соответственно. Поскольку интегральный финансовый показатель исполнения 1 наименьший, можно считать, что оно более экономически выгодное. Следовательно, можно сделать вывод, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является текущий проект.

Вывод по разделу:

В ходе проведения данной работы был разработан конкурентоспособный научно-исследовательский проект, отвечающий современным требованиям в области ресурсоэффективности, ресурсосбережения и финансового менеджмента.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Одним из гормонов, который активно применяется в качестве иммунодепрессанта является преднизон. Преднизон – синтетический кортикостероид. Кортикостероиды влияют на биохимические и клеточные процессы в тканях и органах человека, поэтому играют важнейшую роль в физиологии человека.

Данная работа направлена на разработку количественного определения гормона преднизона методом вольтамперометрии.

Вольтамперометрические эксперименты проводили на анализаторе ТАЛаб, подключенном к персональному компьютеру.

Данная установка не требует большого количества обслуживающего персонала, поскольку число регулируемых параметров невелико. Тем не менее регулирование этих параметров предполагает непосредственное нахождение рабочего около основной установки, к тому же всегда есть вероятность аварийной ситуации, поэтому в ходе решения поставленных в работе задач необходимо выполнять требования безопасности и применять обязательные меры предосторожности и защиты.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К правовой и организационной основе обеспечения безопасности жизнедеятельности относятся: Конституция Российской Федерации, международные договоры Российской Федерации, федеральные конституционные законы и так далее.

5.2 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно трудовому кодексу РФ [18] и федеральному закону РФ «О специальной оценке условий труда» работникам класса 4 статья 14 предусматриваются:

1. Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается [ТК РФ Статья 92]: для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, - не более 36 часов в неделю;

2. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, а также их хранение, стирку, сушку, ремонт и замену. Также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты [ТК РФ Статья 221];

3. Установления работникам предусмотренных ТК РФ гарантий и компенсаций [ТК РФ Статьи 182 – 188];

4. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда [ТК РФ Статья 117];

Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2, 3 или 4 степени либо опасным условиям труда. Продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

5. Предварительные и периодические медицинские осмотры [ТК РФ 213]: Работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года – ежегодные) медицинские осмотры для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний.

6. Работники имеют право на подготовку и дополнительное профессиональное образование [ТК РФ 197].

5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Работа в лаборатории подразумевает проведение экспериментов и исследований в стоячем и сидячем положениях. В связи с этим, рабочее место должно соответствовать определенным нормативным документам [19,20].

Основное рабочее место – компьютерный стол, на котором размещен вольтамперометрический анализатор ТАЛаб, работающий в комплексе с персональным компьютером.

Рабочее место в аудитории 2 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. При выполнении работ «сидя» рабочий стол может быть любой конструкции и должен позволяющий удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы.

5.4 Производственная безопасность

В ходе разработки методики осуществляется работа с химическими реактивами, компьютером и вольтамперометрическим анализатором ТАЛаб, поэтому

требуется строгое соблюдение соблюдения правил по охране труда и технике безопасности.

5.5 Анализ потенциально возможных и опасных факторов

При исследовании электрохимических свойств гормона преднизона и разработки методики его количественного определения возможно возникновение опасных и вредных факторов. В таблице 23 рассмотрены возможные негативные факторы [21].

Таблица 23 – Вредны и опасные факторы при выполнении работ по разработке

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
• Работа с химическими веществами • Работа с TAlab • Работа с компьютером	• Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего [22]; • Повышенный уровень шума [23,24]; • Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения [25]; • Монотонность труда;	• Факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, называемые для краткости химическими веществами; • Производственные факторы, связанные с электрическим током [26,27];	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы; СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95; СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые

			уровни напряжений прикосновения и токов; ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
--	--	--	--

5.6 Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При работе в лаборатории источником вредных и опасных факторов является рабочее место. Рассмотрим мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов.

Повышенный уровень шума

Повышение уровня шума оказывает вредное воздействие на организм человека. В результате длительного воздействия шума нарушается нормальная деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем, пищеварительных и кроветворных органов, развивается профессиональная тугоухость, прогрессирование которой может привести к полной потере слуха.

Для химической лаборатории характерны следующие виды шумов:

- механический шум (при трении, биении узлов и деталей делительных воронок, механической мешалки);
- аэрогидродинамический шум (возникает в аппаратах при больших скоростях движения газа или жидкости и при резких направлениях их движения и давления).

Главные санитарные нормы уровня шума на рабочих местах следующие – это 80 дБА. Максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S и I, не должны превышать 110 дБА и 125 дБА соответственно. А пиковый уровень звука С не должен превышать 137 дБС [22].

В качестве средств индивидуальной защиты для органов слуха от шума и вибрации применяются наушники, беруши. Наушники понижают негативное воздействие в диапазоне от 7 до 38 дБ с частотой от 125 до 8000 Гц. Вкладыши (беруши) закрывают слуховой проход. Этот вид защиты дешев, компактен и применим ко многим ситуациям, но не всегда результативен, так как снижает уровень негативного воздействия всего на 5 – 20 дБ.

Уровень шума регламентируется в ГОСТ 12.1.003 – 83, контроль данного параметра производится на производстве не реже двух раз в год.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется пользоваться индивидуальными средствами защиты — противοшумными наушниками или вкладышами (ГОСТ 15762—70).

Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях согласно СанПиН 2.2.4.548-96, являются [23]:

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

Параметры микроклимата в лаборатории должны быть следующими:

- Для холодного и переходного сезонов. Температура поддерживается на значении 18-23 градуса, относительная влажность составляет от 40 до 60%, скорость движения воздуха не превышает 0.2 м/с.

- Для теплого сезона. Температура составляет от 21 до 25 градусов, остальные параметры остаются аналогичными.

- Вне зависимости от типа вентиляции в помещении должны быть установлено следующее оборудование:

- Просто откидывающиеся фрамуги или форточки.

- Вытяжные шкафы с механическим побуждением.

- Местные пылесосы, которые устанавливаются в местах с ее повышенным образованием.

- Вытяжные зонты. Располагаются над печами, если таковые имеются, над газовыми плитами и другими нагревательными приборами.

Устройства, которые осуществляют удаление загрязненного воздуха, паров ртути, а также других металлов, должны быть оборудованы соответствующими фильтрами. Это позволит исключить загрязнение атмосферного воздуха. В основных помещениях лабораторий обязательно предусматривается кондиционирование.

Микроклимат аудитории 223, 2 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения

Свет является одним из важнейших условий существования человека.

Согласно [25] недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей

нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму.

В аудитории 223, 2 корпуса ТПУ имеется освещенность на поверхности стола, в рабочей зоне равна 300 - 500 лк. Освещенность поверхности экрана не более 300 лк Нормированная минимальная освещенность по стандарту DIN 5035 составляет 15 лк и допустима для ориентации в пространстве. Установленная минимальная освещенность для длительного пребывания людей составляет 120 лк. Средняя освещенность на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должна быть не менее 200 лк.

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения указаны в таблице 24.

Таблица 24 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м		Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			КЕО e_n , %		КЕО e_n , %	
			При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
Аналитические лаборатории	Г – 0,8		4,0	1,5	2,4	0,9
	Искусственное освещение					
	Освещенность, лк					
	При комбинированном освещении		При общем освещении	Показатель дискомфорта, UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, K_p , %, не более	
	Всего	От общего				
	600	400	500	21	10	

Освещенность в аудитории 223, 2 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, называемые для краткости химическими веществами

При разработки методики количественного определения гормона преднизона используются химические реактивы (кислоты, щелочь).

При работе с химическими реагентами необходимо работать под вытяжным шкафом, использовать защитную одежду (халат), средства защиты рук (перчатки), а также средства защиты глаз, лица и органов дыхания.

В таблице 25 представлены характеристики веществ, используемых в работе.

Таблица 25 – Характеристика используемых химических веществ

Наименование	Описание	Класс опасности	Величина ПДК (мг/м ³)	Действие на организм человека
Этиловый спирт	Бесцветная жидкость с характерным запахом.	4	1000	Является психоактивным веществом, действующим на центральную нервную систему угнетающе. При постоянном воздействии поражает все органы и системы организма.
Азотная кислота	Бесцветная, прозрачная, жидкость, «дымящаяся» на воздухе	3	0,4	При попадании на кожу вызывает сильные ожоги. Пары раздражают слизистые оболочки и дыхательные пути.
Серная кислота	Тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха, с сильноокислым «медным» вкусом	2	1	Поражает дыхательные пути, слизистые оболочки и кожу, пары вызывают раздражение и ожог слизистых.

ПДК химических веществ, используемых на рабочем месте в аудитории 223 2 корпуса ТПУ, соответствуют допустимым нормам [28,29].

Производственные факторы, связанные с электрическим током;

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 223 2 корпуса ТПУ, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими

требованиями по эксплуатации [30]. По опасности поражения электрическим током помещение 223 2 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [31].

При поражении человека электрическим током возможны ожоги, разрыв и нагрев тканей. Поэтому необходимо строгое соблюдение всех правил по технике безопасности при работе с электроустановками.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются:

- защитное зануление;
- автоматическое отключение питания;
- устройства защитного отключения;
- изолирующие электрозащитные средства;
- знаки и плакаты безопасности.

Для предупреждения возможного поражения электрическим током работника необходимо соблюдать основные правила [30]:

- все электрические провода, идущие от распределительных щитов и на рабочие места, должны быть надежно изолированы и защищены от механических повреждений;

- применение защитных ограждений (временных или стационарных);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- использование знаков безопасности;
- применение средств индивидуальной защиты;
- соблюдение мер личной безопасности.

Электроустановки в аудитории 223 2 корпуса ТПУ выполнены в соответствии с требованиями ПУЭ. Наличие средств защиты предусмотрено в рабочей зоне.

5.7 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в работе решений.

5.7.1 Анализ влияния объекта на атмосферу

Атмосфера - один из элементов окружающей среды, который повсеместно подвержен воздействию человеческой деятельности.

При выполнении работ все выбросы вредных веществ могут оказывать негативное влияние на атмосферу через вентиляционную систему.

Все работы с опасными веществами проводятся в вытяжном шкафу при включенной вентиляции и обеспечении герметичности тары и установки.

5.7.2 Анализ влияния процесса исследования на гидросферу

В исследовании используются растворы кислоты, соли и органические соединения. Для предотвращения негативных воздействий проводится

организация раздельного сбора и хранения неорганических и органических отходов.

5.7.3 Анализ влияния процесса исследования на литосферу

В лаборатории существуют твердые отходы в виде бытового мусора, который выбрасывается в урну. Твердые отходы подлежат обезвреживанию методом стерилизации и выбрасываются в мусорный контейнер.

5.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном подразделе выявлены ЧС, которые могут возникнуть при разработке проектируемого в ВКР решения, отображены правила поведения в таких ЧС, а также спланированы мероприятия по защите персонала [32].

5.9 Анализ вероятных ЧС, при проведении исследований, и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

С учетом специфики работы и наличием вычислительной техники наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в аудитории 223 2 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- неисправность электропроводки, розеток;
- использование электронагревательных приборов;
- использование поврежденных электроприборов.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий :

- организация пожарной охраны;

- паспортизация веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений объектов в части обеспечения пожарной безопасности;

- разработка и реализация норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях людей при возникновении пожара;

- порядок хранения веществ и материалов, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами, в зависимости от их физико-химических и пожароопасных свойств;

- основные виды, количество, размещение и обслуживание пожарной техники по ГОСТ 12.4.009.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении могут использоваться следующие способы:

- подача звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания с постоянным или временным пребыванием людей;

- трансляция текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, направленных на обеспечение безопасности людей;

- трансляция специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других явлений, усложняющих эвакуацию;

- размещение эвакуационных знаков безопасности на путях эвакуации;

- включение эвакуационных знаков безопасности;

- связь пожарного поста-диспетчерской с зонами пожарного оповещения.

Аудитория 223 2 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения (Таблица 26): огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт.

Таблица 26 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а (Таблица 27).

Таблица 27 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 2 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания любой увидевший должен незамедлительно заявить об инциденте в пожарную службу по телефону 01, или можно сообщить о происшествии по общему номеру 112 и соблюдать покой. По возможности принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Согласно аудитория 223 2 корпуса ТПУ соответствует требованиям пожарной безопасности.

Вывод по разделу

При проведении СОУТ были замерены уровни соответствующих факторов и установлено, что они не превышают норм, указанных в ГОСТах, СНИПах и других нормативных документах.

В лаборатории условия труда характеризуются возможностью воздействия на сотрудников следующих производственных факторов: выделение вредных веществ, действие микроклимата, параметров технологического оборудования и рабочей зоны.

В данном разделе были рассмотрены вопросы техники безопасности при работе с вредными веществами, а также проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье человека. Были отмечены источники негативного воздействия, меры коллективной и индивидуальной защиты.

Согласно проведенному анализу, условия на рабочем месте по ОВПФ соответствуют нормам и не превышают допустимых значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения исследовательской работы были получены следующие результаты:

- Изучены физико-химические закономерности восстановления преднизона на электроде.
- Исследовано влияние фонового электролита, потенциала и скорости развертки потенциала на количественное определение преднизона.
- Подобраны рабочие условия определения преднизона на графитовом электроде, а именно: фоновый электролит, потенциал накопления и скорость развертки потенциала.
- Разработана методика количественного определения преднизона методом вольтамперометрии, которая позволяет проводить анализ гормона с пределом определения $4,3 \cdot 10^{-6}$ М и пределом обнаружения $1,4 \cdot 10^{-6}$ М.
- Проведена проверка правильности разработанной методики с помощью метода стандартных добавок, погрешность определения которой не превышает 18 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Benagiano, M.; Bianchi, P.; D'Elis, M.M.; Brosens, I.; Benagiano, G. Autoimmune diseases: Role of steroid hormones. *Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 2019, 60, 24–34.
2. Norman, W.A.; Litwack, G. *Hormones*; Academic Press: San Diego, CA, USA, 1997; ISBN 978-0-12-521441-4.
3. Henry, H.; Norman, A. *Encyclopedia of Hormones*; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2003.
4. Smajdor, J.; Paczosa-Bator, B.; Piech, R. Advances on Hormones and Steroids Determination: A Review of Voltammetric Methods since 2000. *Membranes* 2022, 12, 1225.
5. Kamisawa, T.; Shimosegawa, T.; Okazaki, K.; Nishino, T.; Watanabe, H.; Kanno, A.; Okumura, F.; Nishikawa, T.; Kobayashi, K.; Ichiya, T.; et al. Standard steroid treatment for autoimmune pancreatitis. *Gut* 2009, 58, 1504–1507
6. Доровских В.А Баталова Т.А Сергиевич А.А Уразова Г.Е Глюкокортикоиды от теории к практике: учеб пособие / Доровских В.А. - Амурская ГМА. Благовещенск, 2006. – 77с.
7. Goyal R. N., Bishnoi S. Simultaneous voltammetric determination of prednisone and prednisolone in human body fluids // *Talanta*. – 2009. – Т. 79. – №. 3. – С. 768-774.
8. Wagner, R.L.; Apriletti, J.W.; McGrath, M.E.; West, B.L.; Baxter, J.D.; Fletterick, R.J. A structural role for hormone in the thyroid hormone receptor. *Nature* 1995, 378, 690–697.
9. Szécsi, M.; Tóth, I.; Gardi, J.; Nyári, T.; Julesz, J. HPLC–RIA analysis of steroid hormone profile in a virilizing stromal tumor of the ovary. *J. Biochem. Biophys. Methods* 2004, 61, 47–56.
10. Alimohammadi S. et al. A proposed implantable voltammetric carbon fiber-based microsensor for corticosteroid monitoring by cochlear implants // *Microchimica Acta*. – 2021. – Т. 188. – С. 1-11.

11. D. K. Singh; Rohan Verma. Spectrophotometric Determination of Corticosteroids and Its Application in Pharmaceutical Formulation. –2008.
12. Cheng, M. H., Huang, W. Y., & Lipsey, A. I. Simultaneous liquid-chromatographic determination of prednisone and prednisolone in plasma. Clinical Chemistry, 34(9), 1897–1899.
13. Balaji, K.; Reddy, G.V.R.; Reddy, T.M.; Reddy, S.J. Determination of prednisolone, dexamethasone and hydrocortisone in pharmaceutical formulations and biological fluid samples by voltammetric techniques using β -cyclodextrin modified carbon paste electrode. African J. Pharm. Pharmacol. 2008, 2, 157–166.
14. Goyal R. N. et al. Electrochemical investigations of prednisone using fullerene-C 60-modified edge plane pyrolytic graphite electrode. – 2010.
15. Ni Y., Li S., Kokot S. Simultaneous determination of three synthetic glucocorticoids by differential pulse stripping voltammetry with the aid of chemometrics //Analytical letters. – 2008. – Т. 41. – №. 11. – С. 2058-2076.
16. Шольц, Ф. Электроаналитические методы / Ф. Шольц. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 328 с.
17. Колпакова, Н. А. Моделирование кинетики электрохимических реакций: Учеб пособие / Н. А. Колпакова. - ТПУ. Томск, 2010. - 202с.
18. Российская Федерация. Трудовой кодекс Российской Федерации : Федеральный закон № 197-ФЗ : [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года].
19. ГОСТ 12.2.033-78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005187> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.
20. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. - URL:

<http://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

21. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

22. СанПиН 2.2.4.548-96 Санитарные правила и нормы. "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений": дата введения 1996-01-10. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

23. ГОСТ 12.1.003-83. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности: дата введения 1984-07-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

24. ГОСТ 12.1.029-80. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация: дата введения 1981-07-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200292> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

25. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение: дата введения 2011-05-20. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

26. ПУЭ. Общие правила. Заземление и защитные меры электробезопасности : (ПУЭ-7) : официальное издание : утверждены Федеральной службой 08.07.02. - Москва : Минэнерго РФ, 2017. - Текст : электронный.

27. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2011-01-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

28. ГОСТ 4461-77. Государственный стандарт союза ССР. Реактивы. Кислота азотная. Технические условия: дата введения 1979-01-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017371> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

29. ГОСТ 4204-77. Государственный стандарт союза ССР. Реактивы. Кислота серная. Технические условия: дата введения 1978-07-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017346> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

30. ПУЭ. Общие правила. Заземление и защитные меры электробезопасности : (ПУЭ-7) : официальное издание : утверждены Федеральной службой 08.07.02. - Москва : Минэнерго РФ, 2017. - Текст : электронный.

31. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2011-01-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080203> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст : электронный.

32. Российская Федерация. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Федеральный закон № 68-ФЗ : [принят Государственной думой 11 ноября 1994 года].