



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

**Физико-химические методы очистки воды и
возможность их применения в учебном процессе**

Выпускная квалификационная работа по направлению
44.04.01 Педагогическое образование

Направленность программы магистратуры
«Химико-биологическое образование»

Форма обучения заочная

Проверка на объем заимствований:

85,5 % авторского текста

Выполнила:

Студентка группы ЗФ-301-213-2-1

Шадрина Евгения Евгеньевна

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«31» 01 2020 г.

зав. кафедрой Химии, экологии и
методики обучения химии

(название кафедры)

Ср Сутягин А.А.

Научный руководитель:

декан естественно-технологического
факультета, д.б.н., к.х.н.,

Левина Сима Гершивна

Челябинск

2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ XXI ВЕКА.....	9
1.1 Профессиональные компетенции учителя в XXI веке	9
1.2 Требования профессионального стандарта и ФГОС высшего образования к будущим учителям естественнонаучного цикла.....	17
Выводы по первой главе.....	21
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ.....	22
2.1 Состав и свойства воды	22
2.2 Загрязнения воды.....	28
2.3 Классификация физико-химических методов очистки воды.....	31
2.4 Методы контроля качества воды	40
Выводы по второй главе.....	49
ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....	51
3.1 Использование современных технологий при изучении физико- химических способов очистки воды.....	51
3.2 Педагогический эксперимент и его результаты.....	58
Выводы по третьей главе.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
ПРИЛОЖЕНИЯ	78

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Меняющийся мир устанавливает новые требования к системе образования. По словам В. В. Путина главной миссией учителя является выявление таланта на раннем этапе развития ребенка [54]. Обучающиеся школы должны быть готовы к разнообразным видам деятельности и осознанному выбору профессии, умение учиться и переучиваться в течение всей жизни.

Профессиональная подготовка будущих педагогов направлена на получение глубоких знаний преподаваемого предмета и установление его интеграции с разными областями человеческой жизни. В контексте ФГОС ВО, по направлению педагогическое образование, эти знания и умения должны носить опережающий характер, учитывать инновационные технологии развития производства и тенденции обновления теории и практики. Компетенции педагогов, предусмотренные профессиональным стандартом, включая научно-исследовательские и культурно-просветительские, ориентированы на развитие гибких умений и навыков и связаны с педагогической, научно-исследовательской, проектной и управленческой видами деятельности [10; 62].

В высшем учебном заведении подготовка будущих учителей химии и биологии носит профессионально-практическую направленность и включает получение знаний в различных областях химии и биологии. В структуре подготовки студентов химического и биологического профилей изучение состава, структуры и физико-химических свойств воды, а также методов ее очистки (физических, химических, физико-химических и биологических) и роли в природе занимает значительное место. Физико-химические методы очистки воды затрагивают многие вопросы, связанные с глубоким изучением химических законов без которых невозможно понимание современных технологических процессов, используемых в промышленности, транспорте, строительстве и защите окружающей

среды [43]. Изучение структуры, свойств и методов очистки воды позволяет формировать практически все компоненты профессиональных компетенций у будущих педагогов. Изучение физико-химических способов очистки воды подразумевает под собой овладение разнообразными методами химического эксперимента, который является специфическим средством познания в естественнонаучных дисциплинах. Студенты, прошедшие обучение по профилю химия и биология должны овладеть технологиями подготовки обучающихся к участию в конкурсах профессионального мастерства WorldSkills. В настоящее время компетенция, лабораторного химического анализа, является основой подготовки будущих специалистов – выпускников колледжей и включена в перечень компетенций чемпионатов профессионального мастерства WorldSkills Russia [40; 71]. Профессиональное мастерство подразумевает владение предметными знаниями и готовность осуществлять химический эксперимент. Интеграция изучения физико-химических способов очистки воды в курсе «Химия окружающей среды» и современных образовательных технологий в курсе «Методики обучения химии» будет способствовать, на наш взгляд, формированию профессиональных компетенций будущих учителей химии и биологии и их готовности к реализации элементов соревновательных чемпионатов WorldSkills.

Вследствие этого возникает **проблема**: каковы возможности предметной образовательной среды, способы, методы и средства достижения профессиональных компетенций будущих учителей химии и биологии при изучении процессов очистки воды.

Целью магистерской диссертации является изучение физико-химических методов очистки воды и возможностей их применение в учебном процессе подготовки учителей химии и биологии.

Объектом исследования является процесс формирования профессионально значимых компетенций студентов педагогического вуза обучения методам очистки воды и методам контроля ее качества с целью.

Предмет исследования: влияние изучения темы по физико-химическим методам очистки на формирование профессиональных компетенций.

В основу работы положена **гипотеза**, заключающаяся в том, что при изучении физико-химических методов очистки воды можно сформировать профессиональные умения и навыки у студентов химического и биологического профиля.

Исходя из этого, выделены основные **задачи работы:**

- провести анализ научной и методической литературы, систематизировать, обобщить и освоить методы очистки воды и рассмотреть возможности использования в учебном процессе подготовки бакалавров по направлению педагогическое образование;

- сравнить компетенции, заложенные в стандарте подготовки с компетенциями, которые можно сформировать при изучении данной темы;

- на основе полученных данных предложить способы использования физико-химических методов очистки воды в учебном процессе;

- определить результаты педагогического эксперимента при изучении физико-химических методов очистки воды в курсе дисциплин «Химия окружающей среды» и «Методика обучения химии» в ЮУрГГПУ.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы:**

- теоретические – анализ научной литературы по проблеме исследования, обобщение и систематизация материала;

- методы качественного и количественного анализа ...

- эмпирические – наблюдение и проведение педагогического эксперимента.

Основные этапы работы:

На первом этапе на основе анализа литературных данных по способам очистки воды была проведена систематизация материала, сформирована цель, задачи, гипотеза.

На втором этапе проведена обработка химического эксперимента по физико-химическим методам очистки воды и определение качества очищенной воды.

На третьем этапе в рамках педагогического эксперимента проведены занятия, ориентированные на использование современных образовательных технологий.

На четвертом этапе проведена обработка полученных результатов исследования.

Новизна исследования заключается в том, что в работе обобщен, систематизирован материал по изучению физико-химических методов водоподготовки в педагогическом вузе и определены средства достижения образовательных результатов.

Теоретическая значимость данного исследования состоит в том, что результаты проведенной работы вносят определенный вклад в изучение физико-химических методов очистки воды в курсе дисциплины «Химия окружающей среды» и «Методика обучения химии».

Практическая значимость работы заключается во внедрении эксперимента в подготовку студентов химического и биологического профиля в педагогическом вузе.

Апробация работы проведена посредством участия в научных конференциях:

1. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Тьюторское сопровождение в системе общего, дополнительного и профессионального образования;
2. Всероссийская научно-практическая конференция учителей химии и преподавателей вузов. Актуальные проблемы химического образования;
3. Международная научно-практическая конференция. Актуальные проблемы биологической и химической экологии.

Участие в Международном конкурсе исследовательских работ в области наук о Земле от 25 сентября 2019 год. Нижний Новгород.

Номинация: научная статья.

Научное направление: Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Название проекта: Эффективность использования различных коагулянтов и флокулянтов в технологии очистки природной воды.

Диплом лауреата.

Участие в Международном конкурсе исследовательских работ в области педагогических и психологических наук от 25 сентября. Нижний Новгород.

Номинация: научная статья.

Научное направление: Педагогика высшей школы.

Название проекта: Подготовка бакалавров к реализации проблемного обучения при изучении объектов окружающей среды.

Диплом 3 степени.

По теме работы представлены **публикации**:

1. Использование технологии тьюторского сопровождения студентов на лабораторных занятиях курса «Химия окружающей среды» // Тьюторское сопровождение в системе общего, дополнительного и профессионального образования: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. – Челябинск: ФГБОУ ЮУрГГПУ, 2019 г. – С. 267-269.

2. Подготовка бакалавров к реализации проблемного обучения при изучении объектов окружающей среды // Актуальные проблемы химического образования: Материалы всероссийской научно-практической конференции учителей химии и преподавателей вузов. – Пенза: ФГБОУ ПГУ им. В. Г. Белинского, 2018 г. – С. 113-116.

3. Эффективность использования различных коагулянтов и флокулянтов в технологии очистки природной воды // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: Сборник VI

Международной научно-практической конференции. – Москва: филиал
ФГБНУ ФНЦО, 2019 г. – С.307–311.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ XXI ВЕКА

1.1 Профессиональные компетенции учителя в XXI веке

Достижения науки техники изменили многие сферы жизни. Изменилось общение, обучение и сотрудничество. В системе образования произошел постепенный переход от авторитарного обучения к гуманистическому с сохранением культурно-исторических традиций. Смысл образования заключается в становлении разума, характера, способностей личности, благодаря которому общество целенаправленно передает новому поколению свое культурное наследие – знание, ценности, навыки. Задача образования состоит в том, чтобы помочь воспитать хорошо подготовленных для современной жизни людей [6]. Реализация требований отражает основу национального проекта «Образование». Цель национального проекта заключается в обеспечении конкурентоспособности российского образования и воспитание гармонично развитой личности на основе духовно-нравственных ценностей народов страны [49].

В настоящее время школьники столкнулись с нестабильностью, неопределенностью, сложностью этого мира. По мнению Черниговской Т. В. [66] мир, в котором существуют наши дети, нечеловекомерен и многие устройства сейчас действуют со скоростями, в которых люди не живут. Поэтому педагоги призваны помочь детям справиться со всеми трудностями современного времени и развить в них определенные навыки и умения. Важно, чтобы школьники получили опережающее развитие, которое поможет реализовать компетентностный подход в образовании, способный обеспечить качество подготовки в соответствии с потребностями общества.

Значимые понятия компетентностного подхода являются «компетентность» и «компетенции». Под компетенциями понимают

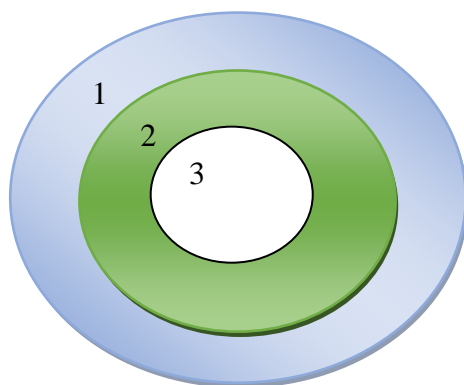
совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, способов деятельности, опыта деятельности), задаваемых по отношению к установленному кругу предметов и процессов, необходимых для качественной плодотворной деятельности по отношению к ним. Тогда компетентность – это владение, обладание, человеком надлежащих компетенций, включая его личное суждение к объекту деятельности и позволяющих благополучно решать задачи, соответствующие сущности профессиональной деятельности [52; 55].

Поскольку современная школа меняет модель образования, ориентируясь на стандарты нового поколения, на смену прежним компетенциям приходят новые, усовершенствованные, отвечающие потребностям общества [68; 69]:

1. Готовность к новому меняющемуся обществу и стратегической неопределенности, они включают: осознанность, управление вниманием; жизнестойкость; готовность действовать, решительность; открытость и ориентация на развитие; творческие способности; эмпатия или сострадание.

2. «Новые грамотности», к которым можно отнести: цифровая грамотность; экологическое мышление; способность к сотрудничеству и современной работе; кросс-культурная компетентность (успешное общение с людьми разных языковых культур).

Анализируя вышесказанное, компетентностная модель будет выглядеть следующими образом (рисунок 1) [69]:



1. Жесткие навыки или контекстные/специализированные - навыки, которые можно применить в конкретном контексте.
2. Гибкие кроссконтекстные навыки – навыки, которые можно применять в более широких сферах деятельности.
3. Экзистенциальные навыки – навыки, которые можно универсально применять на протяжении всей жизни в различных ситуациях [69]

Рисунок 1 – Компетентностная модель будущего

Для современного педагога важно осмысление этих факторов. В связи с этим национальный проект выдвигает новые требования к подготовке учителей в XXI веке [49].

Согласно новым потребностям современного общества, педагог должен обладать рядом качеств, способствующих материализации его в профессиональной деятельности. Педагог – это агент перемен, новатор, информационный лидер, который способен развить у детей определенные умения и навыки. Также его задача состоит в том, чтобы помочь детям адаптироваться к быстро меняющемуся миру. Учитель должен понимать, как выстроить образовательный процесс так, чтобы обучающиеся сами задавались вопросами «Чему нужно научиться?», «Как овладеть этими знаниями?». В конечном итоге, из каждого школьника должна сформироваться личность, умеющая выражать свое собственное мнение и осознающая себя частью человеческого общества [33; 51; 48].

Согласно современным исследователям учитель должен обладать следующим набором качеств:

- коммуникабельность, мобильность, информационно-технологическая культура, гибкость мышления;
- глобальное мышление и мировоззрение;

- профессиональная компетентность, постоянная потребность в саморазвитии и повышении уровня знаний;
- конкурентоспособность, способность к профессиональному самосохранению, способность выстраивать индивидуальную образовательную траекторию развития;
- профессиональная самостоятельность, ответственность, способность адекватно оценивать свои профессиональные качества, способность к саморефлексии [1; 70].

Исходя из исследований Марковой А. К. [11], выделяют следующие профессиональные качества учителя: хорошая методическая организация; умение выстраивать диалог с ребенком; умение прислушиваться к ребенку, понимать его потребности и интересы; умение использовать с пользой свои организаторские и профессиональные качества в учебном процессе.

Кузьмина Н. В. [11] считает, что учителю необходимо владеть глубокими знаниями предмета и методики его преподавания, при этом должен быть уважение к личности ребенка, организаторские способности и педагогический такт.

Обобщив все вышесказанное, можно выделить главные качества, необходимые современному педагогу:

1. Профессиональная компетентность педагога, в которую входят не только специальные базовые знания, умения и навыки, но и умение работать с людьми, которое зависит от профессиональной и общей культуры педагога, представлений о смысле своей деятельности в целом. Учитель 21 века – это личность гармонично развитая и богатая, стремящаяся к совершенству и обладающая высокой степенью профессиональной подготовки.

Современный педагог должен развиваться и всю свою трудовую жизнь быть исследователем. Особое влияние на развитие профессионализма оказывает самообразование, которое подразумевает под собой постоянное ознакомление с современными исследованиями в

области преподаваемых дисциплин, разработками и организациями уроков и внеурочных занятий, ознакомление с новыми концепциями в обучении и воспитании. Поток профессиональной информации увеличивается и обновляется, и поэтому саморазвитие признается главной ценностью образования. Необходимость в самообразовании в условиях цивилизованного информационного пространства постоянно возрастает. Непрерывность образовательного процесса представляется в виде взаимосвязи элементов: формирование готовности педагога к самообразованию – формирование опыта самообразовательной деятельности – развитие профессиональной компетентности – совершенствование личности и деятельности профессионала. В контексте проблемы развития профессиональной компетентности готовность к самообучению представляет собой сложный состав знаний, умений и навыков учебного труда, ориентаций, качеств личности педагога, обращенных на освоение личностно ориентированной педагогической деятельности [37; 44].

2. Умение выстраивать взаимоотношение с обучающимися. Это качество педагога подразумевает под собой умение работать с школьниками и осуществлять индивидуальный подход. В этом случае рассматривается тьюторский подход в обучении, который очень важен в настоящее время потому как помогает направить на истинный путь познания школьников, учитывая индивидуальные особенности. Принцип индивидуального подхода заключается в психологических особенностях обучающихся, их способе восприятия информации. Перед преподавателем стоит важная задача, состоящая в повышении качества знаний. На этапе получения знаний неотъемлемой частью является приобщение их к образовательной деятельности путем индивидуализации их особенностей. В этом и заключается суть тьюторского сопровождения [3].

3. Творческий подход в образовании. Креативность, нестандартность мышления и творческий подход на данный момент являются

необходимыми качествами, которыми должен обладать педагог. На учителя в школе ложится ответственность как за уровень полученных знаний, так и за духовный рост обучающихся.

До середины 60-х годов творческая индивидуальность изучалась в искусствоведении, но в последние десятилетия пришло осознание того, что без творческого подхода в образовании сложно, так как он мотивирует школьников на познание предмета и выстраивание собственной траектории развития. Педагог, владеющий необходимой информацией, не может быть не востребованным в современном мире. Особенно важно, когда владение информацией переходит в навыки и умения. Школа, с помощью творческого подхода в образовании, приобщает к работе с информацией и является организатором интеллектуальной деятельности [45].

4. Владение информационными технологиями. Для педагога это умение важно, так как помогает оставаться конкурентоспособным. Информационные технологии выступают посредником в образовании и служат источником всестороннего развития личности ребенка.

Информационные технологии в современном мире выступают как инструмент, который при умелом использовании обеспечивают доступность информации. Профессиональное развитие учителя и технологические навыки позволяют добиться успеха в образовании. Интеграция технологий дает возможность для самореализации учеников, мотивирует их к познанию большего [31; 29; 15; 60].

Подготовка учителя в вузе должна быть направлена на получение опережающего развития. Во время обучения студенты должны не получать «готовые знания», а уметь находить их, обрабатывать, выделять важное, аргументировать свою точку зрения. Овладение творческим мышлением и самостоятельностью являются залогом положительной учебной и профессиональной деятельности. Поэтому содержание учебных дисциплин в вузе должны быть ориентированы на формирование у студентов жестких

и гибких компетенций, которые складываются из предметной составляющей дисциплины и практических навыков [9; 67].

Анализируя профессиональную деятельность учителя химии и биологии можно выделить следующее, что он должен владеть не только предметными знаниями и методическими приемами, умением их моделировать на практике. Для того чтобы добиться успехов в обучении, учителю самому необходимо понимать процесс усвоения знаний как пропедевтического курса, так и профильного. К главным компонентам изучения предметов естественнонаучного цикла относят следующие: цели и задачи занятия, содержание учебных дисциплин, методы обучения, деятельность педагога (преподавание), деятельность обучающегося [37].

Функциональные компоненты учителя естественнонаучного цикла отражены на рисунке 2 [35].

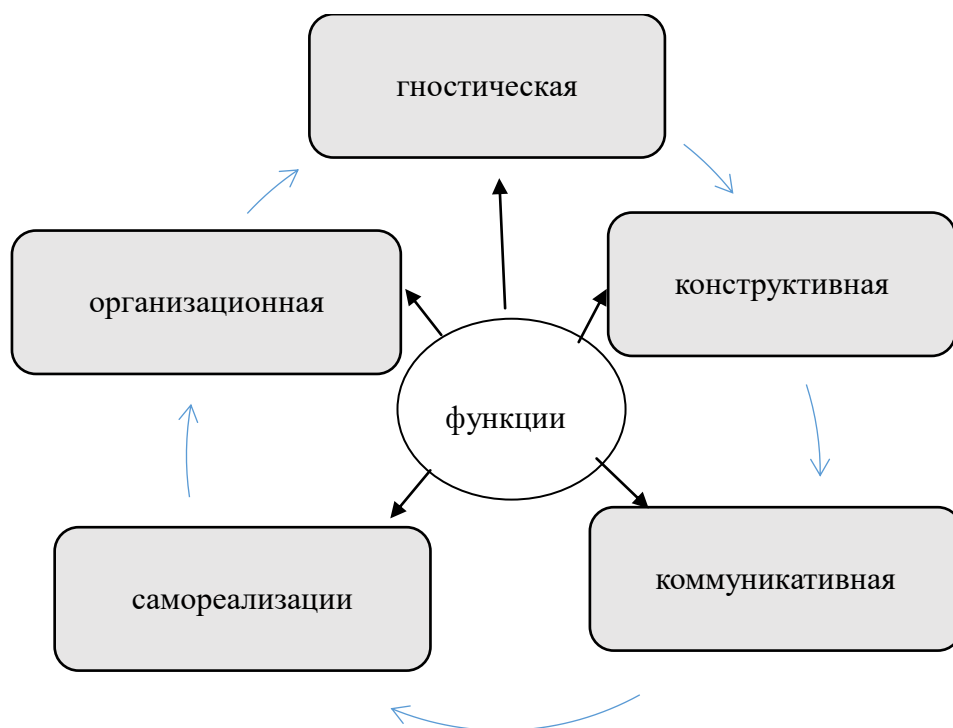


Рисунок 2 – Функциональные компоненты учителя естественнонаучного цикла

Отражение функциональной модели представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Описание функциональной модели учителя естественнонаучного цикла

Функция	Необходимые умения
гностическая (познавательная)	<ul style="list-style-type: none"> – умение ориентироваться в содержании преподаваемого предмета (выделять главное, существенное; видеть проблемные для школьников темы; предвидеть затруднения и т.д.); – умение учитывать индивидуально-психологические особенности усвоения учебного материала учащимися; – умение диагностировать процессы развития учащихся в когнитивном и в общепсихологическом планах
конструктивная	<ul style="list-style-type: none"> – умение планировать систему педагогической деятельности по предметам на уроках и во внеурочной работе; – умение формулировать цели и задачи педагогического процесса; – умение осуществить отбор содержания, форм и методов реализации плана
коммуникативная	<ul style="list-style-type: none"> – умение использовать психологические законы восприятия, передачи и усвоения учебного материала по предмету; – умение оптимально представлять информацию для восприятия учащимися с учетом ее содержания и характера; – умение организовать общение; – умение регулировать формы подачи информации (использование технических средств обучения, таблиц, схем и т.д.); – умение формировать эмоционально-ценностное отношение к информации; – умение работать в режиме диалога; – умение стимулировать процессы общения
организационная	<ul style="list-style-type: none"> – умение организовать работу учащихся на уроке по химии; – умение передавать (делегировать) часть функций учащимся; – умение распределять функции и обязанности в классе; – умение «чувствовать» учебную ситуацию; – умение объективно оценивать ход и результаты работы; – умение организовать не формальную, а рабочую дисциплину занятии; – умение контролировать план выполнения работы на уроке, в четверти и за год
функция самореализации	<ul style="list-style-type: none"> – умение отслеживать, анализировать и обобщать личный профессионально-педагогический опыт; – умение адаптировать удачные методические приемы других учителей в свою педагогическую систему; – умение комплексно рефлексировать динамику собственной «Я-концепции»

Профессиональная деятельность современного учителя химии и биологии начинается с грамотно определенных задач образовательного процесса. Это в дальнейшем помогает при отборе содержания, структуры, методов и средств обучения. Поэтому на каждом уроке учитель не только должен четко и обоснованно проговорить основную цель и задачи урока,

но и определить подцели каждого из этапов урока. Обозначив общую цель и закономерно вытекающие подцели процесса обучения, учитель сможет совершить весь процесс обучения и воспитания [35].

1.2 Требования профессионального стандарта и ФГОС высшего образования к будущим учителям

В 2013 году разработан профессиональный стандарт педагога. Его основу составили требования современного общества. Согласно стандарту, перед учителем стоит важная задача овладения навыками и умениями. По словам Е. А. Ямбурга, профессиональный стандарт является инструментом реализации ФГОС, задающим новые требования к содержанию качества и результатам обучения. Цель профессионального стандарта заключается в определении необходимой квалификации педагога [7; 13].

В документе прописаны все требования, которыми должен обладать современный педагог. Также в стандарте конкретизированы трудовые действия, исходя из направления его деятельности (учитель начальных классов, воспитатель дошкольного учреждения, учитель-предметник). Документ имеет четкую структуру разделения трудовых функций учителя: обучение, воспитание, развитие. Описание каждой функции включает трудовые действия, навыки и необходимые знания. После общего описания функции педагогов подразделяются в зависимости от направления их специализации. Конкретизируются их действия, умения и знания.

Для педагогов естественнонаучного цикла трудовая функция содержит следующий набор знаний, умений и действий, которые показаны в таблице 2 [14].

Таблица 2 – Трудовые функции учителя, реализующего подготовку программ среднего и основного общего образования

Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> – формирование общекультурных компетенций; – определение оптимальных способов обучения; – выстраивание совместно с обучающимся индивидуального маршрута развития; – планирование образовательного процесса; – применение специальных языковых программ; – организация олимпиад, турниров, игр
Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> – использование современных технологий при обучении; – проведение учебных занятий; – разработка рабочей программы; – использование современных способов оценивания; – использование разнообразных методов обучения, в том числе проектная деятельность, лабораторные исследования, полевые практики; – выстраивание взаимоотношений с обучающимися
Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> – основы общетеоретических дисциплин; – программы и ученики по преподаваемому предмету; – теория и методы управления образовательными системами, требования к оснащению и оборудованию учебных классов; – методы педагогической технологии; – основы экологии, экономики, социологии; – правила внутреннего распорядка; – правила по охране труда и требования к безопасности образовательного процесса
Другие характеристики	<ul style="list-style-type: none"> – соблюдение правовых, этических и нравственных норм, требований профессиональной этики

В соответствии с требованиями к современному педагогу подготовка учителей осуществляется согласно ФГОС нового поколения [62].

В федеральном государственном стандарте (ФГОС высшего образования). прописаны следующие компетенции выпускника педагогического вуза:

Универсальные компетенции – критическое и системное мышление, способность к поиску и анализу информации; разработка проектов и их исполнение; командная работа и лидерство; осуществлении коммуникации на русском и иностранных языках; способность воспринимать культурное

разнообразии общества; саморазвитие; создание и поддержание безопасности жизнедеятельности.

Профессиональные компетенции – осуществление профессиональной деятельности в соответствии с действующими нормативными актами. Основу профессиональных компетенций составляют: разработка основных и дополнительных образовательных программ и использование информационных технологий; совместная и индивидуальная учебно-воспитательная деятельность обучающихся; построение воспитывающей образовательной среды на основе базовых национальных ценностей; контроль и оценка формирования результатов образования взаимодействий с участниками образовательных отношений; осуществление педагогической деятельности на основе специальных научных знаний; анализ экспериментальных данных; изучение структуры и свойства веществ, физико-математическая и компьютерная грамотность, предоставление результатов в соответствии с нормами и правилами.

Профессиональные компетенции, устанавливаемые программой бакалавриата, формируются на основе стандартов, которые соответствуют профессиональной специфике деятельности, и предусматривают требования к выпускникам на рынке труда.

В рамках исследования рассмотрены следующие планируемые результаты эксперимента, формирующие гибкие профессиональные компетенции по дисциплине «Химия окружающей среды» и «Методика преподавания химии» (таблица 3) [14; 61; 62].

Таблица 3 – Перечень планируемых результатов освоения программы по дисциплине «Химия окружающей среды» и «Методика преподавания химии»

№ п/п	Компетенция (содержание и обозначение в соответствии с ФГОС)	Трудовые функции и квалификационные требования в соответствии с Профессиональным стандартом
1	2	3
1	<p>ОПК-3. Способность использовать естественнонаучные знания и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве.</p> <p>З. 1. – основные характеристики естественнонаучной картины мира, место и роль человека в природе.</p> <p>У.1. – применять естественнонаучные знания.</p> <p>У. 2. – использовать информационно-коммуникативные технологии для сбора и обработки информации.</p> <p>В.1. – навыками обобщения, анализа и систематизации информации</p>	<p>Осуществление профессиональной деятельности в соответствии с стандартами, планирование и проведение занятий.</p> <p>Использование разнообразных форм обучения. Необходимые знания общетеоретических дисциплин. Программы по преподаваемому предмету.</p> <p>Использование современных информационных технологии в обучении</p>
2	<p>ПК-12 Способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.</p> <p>З. 2. – этапы научно-исследовательской деятельности.</p> <p>У. 4. – планировать занятия исследовательского характера.</p> <p>В. 2. – организацией поиска информации.</p> <p>В. 3. – навыками проведения эксперимента, планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков, оформлять работ в соответствии с требованиями</p>	<p>Разработка и реализация программ учебных дисциплин.</p> <p>Планирование и проведение учебных занятий. Владение формами и методами обучения, включая проектную деятельность, лабораторные эксперименты, практики. Формирование мотивации к обучению.</p> <p>Организация контроля за освоением дисциплин</p>

Выделенные характеристики должны быть установлены в ходе педагогического эксперимента у студентов химического и биологического профиля. Данные характеристики формируют предметные знания и практические умения в проведении лабораторных анализов.

Выводы по первой главе

Анализируя все вышесказанное можно отметить следующее:

1. Современный педагог должен обладать необходимым набором качеств, которые позволят ему подстраиваться под меняющуюся систему и оставаться востребованным специалистом. К этим качествам относятся гибкость и нестандартность мышления, творческие способности, коммуникабельность и способность к саморазвитию.

2. Профессиональные компетенции педагога, устанавливаются программой бакалавриата и формируются в соответствии профилем подготовки, включают в себя универсальные и профессиональные компетенции. Будущий учитель химии и биологии во время обучения должен сформировать гибкие и жесткие навыки. Жесткие навыки развиваются в результате усиления предметной составляющей дисциплины и дают начало гибким навыкам, которые связанным с реализацией практических умений.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ

2.1 Состав и свойства воды

Свойства и состав воды являются значимой темой при подготовке школьников и студентов. Изучение уникального состава и свойств и способов ее очистки, входят в основу многих предметов естественнонаучного цикла. Без изучения этой темы невозможно понимание многих химических реакций. Для будущих учителей химии и биологии эти знания необходимы, так как помогают раскрыть понимание сущности многих дисциплин, установив метапредметные связи, развить познавательную деятельность, сформировав определенные навыки [34; 39].

Вода - это универсальное вещество по своему составу и свойствам. Она входит в состав растений и животных, составляя от 50-97 % их веса, около 70 % человеческого организма. Все реакции, протекающие в организме, происходят с участием воды.

В 1783 году физик Лавуазье определил состав воды. Формулы воды была предложена в 1805 году Гумбельтом А. и Гей-Люссаком Ж. Вода является оксидом водорода. В природе известно 3 изотопа водорода: ^1_1H – протий, ^2_1H – дейтерий, ^3_1H – тритий. Изотопы кислорода: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$, и, следовательно, масса воды может отличаться от 18. В природной воде 99,75 % приходится на долю H_2^{16}O ; 0,2 % – H_2^{18}O ; 0,04 % – H_2^{17}O ; 0,0093 % – $^1\text{H}^2\ ^{16}\text{O}$, другие 5 разновидностей существуют в малых количествах.

Окись дейтерия (D_2O) – является тяжелой водой. Внешне тяжелая вода похожа на обычную, но отличается от нее по физическим свойствам. Точка кипения составляет $+101,4\ ^\circ\text{C}$, точка замерзания $+3,8\ ^\circ\text{C}$. Плотность тяжелой воды при $25\ ^\circ\text{C}$ равна 1,1. Скорость протекания химических реакций отличается у тяжелой воды и обычной, она плохо растворяет различные соли. В тяжелой воде более прочные связи D – O, которые

изменяют скорость протекания биологических процессов, смещают их равновесие. В связи с этим, она оказывает значительное воздействие на биологические системы [30; 36].

Химический строение и состав молекулы воды. В молекуле воды между атомами кислорода и водорода образуются две ковалентные неполярные связи по обменному механизму. Межъядерное расстояние O – H равно 0,096 нм; H – H равно 0,154 нм. Валентный угол составляет $104,31^{\circ}$. Схематическое изображение образование молекулы воды представлено на рисунке 3.

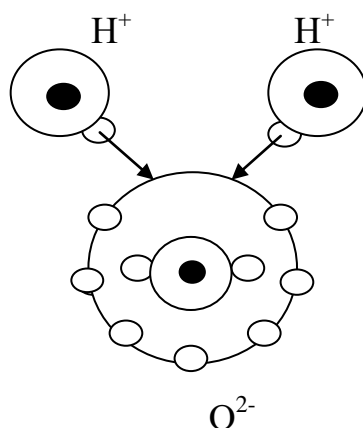


Рисунок 3 – Схема образования молекулы воды

Из рисунка 3 видно, что внутренняя пара электронов окружает ядро кислорода, внешние две пары неравномерно распределены между кислородом и водородом, тяготеют больше к кислороду. Другие две пары кислород не делит с водородом и заряды у этих пар частично не компенсированы. Вследствие этого, в молекуле воды наблюдается четыре полюса зарядов: два положительных – из-за недостатка электронной плотности у оголенных ядер водорода протонов и два отрицательных – из-за избытка электронной плотности у кислородных пар электронов. Некомпенсированные заряды можно условно представить расположенными в вершинах искаженного тетраэдра. Электронное облако имеет вид четырех лепестков, направленных к вершинам тетраэдра. Схема структуры молекулы воды представлена на рисунке 4 [43].

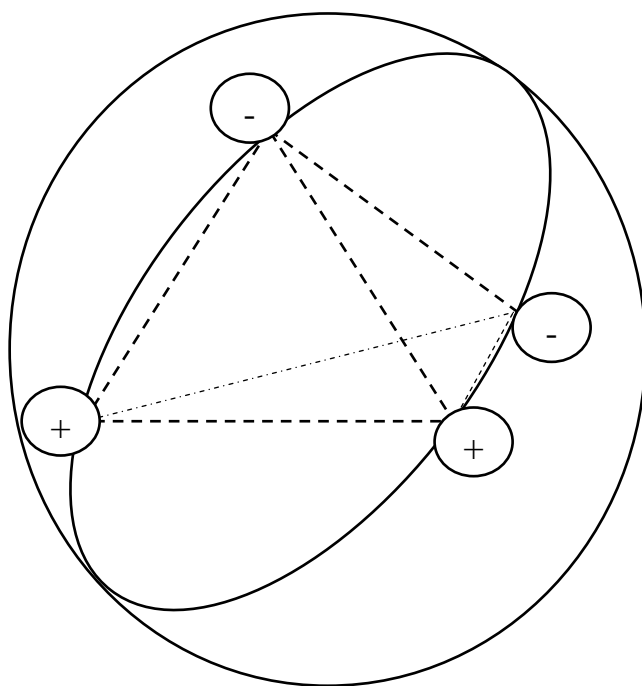


Рисунок 4 – Схема структуры молекулы воды

Из-за несовпадения центров тяжести положительных и отрицательных зарядов, молекула воды обладает полярными свойствами. Вада является химически активным соединением, вызывая электролитическую диссоциацию солей кислот, оснований, имеет большую диэлектрическую постоянную (79,5), поэтому в воде два электрических заряда притягиваются или отталкиваются силой в 80 раз меньше, чем в вакууме. Это все происходит благодаря большому дипольному моменту $\mu(\text{H}_2\text{O})=1,85 \text{ Д}$ [2].

Водородное взаимодействие. Молекул воды при нормальном давлении и температуре не существует. Между молекулами существует взаимодействие, которое осуществляется за счет водородных связей и сил электростатического притяжения. Молекула воды может образовывать водородные связи, принадлежащие двум положительно поляризованным атомам водорода одной молекулы. Две другие водородные связи образованы положительно заряженными молекулами третьей и четвертой молекул воды и отрицательно полярными атомами кислорода первой молекулы. Длина водородной связи находится в пределах от 0,14 до 0,2 нм. Водородные связи могут быстро образовываться и быстро

прерываться. Из-за этого может наблюдаться неоднородность в структуре воды. Молекулы воды объединены в ассоциаты, это происходит из-за наличия водородных связей и сил взаимного притяжения [58; 59].

Агрегатное состояние. Вода существует в трех агрегатных состоянии представлены в таблице 4 [28].

Таблица 4 - Агрегатное состояние воды

Агрегатное состояние	Характеристика
Жидкая вода	В жидкой воде сохранены элементы ажурной структуры кристаллического строения, в решетки которой располагаются пустоты, заполненные одиночными молекулами воды
Лед	Структура льда предполагает ажурное строение, кристаллическое, гексагональное. Поэтому в структуре наблюдаются пустоты, размеры которых превышают размеры молекул воды. При плавлении воды пустоты заполняются отдельными молекулами воды. Плотность льда меньше плотности воды, так как объем получившейся жидкости при таянии больше объема льда
Газообразное состояние	В газообразном состоянии вода находится в виде водяного пара. Пар образуется в результате преодоления межмолекулярного взаимодействия, характеризующегося теплотой испарения. У воды максимальная теплота испарения. Водяной пар состоит в основном из одиночных молекул, встречаются и одиночные молекулы (ди- и тримеры)

Физические свойства. Чистая вода не имеет цвета и запаха. Температура плавления при 760 мм рт. ст. 0 °С. Температура кипения 100 °С. Плотность воды, с повышением температуры, имеет максимальную величину уже при 4 °С, отличаясь этим от других жидкостей. Выше этой температуры плотность уменьшается, данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Зависимость плотности воды от температуры

T, °С	0	4	10	15	20
P, г/см ³	0,999866	1,000	0,999727	0,999127	0,998230

Плотность льда при температуре 0 °С составляет 0,91 г/см³, объем на 10 % выше равного по весу объема воды той же температуры. При высоких давлениях 20000 атм. образуются другие формы льда, объем

у них ниже, чем объем жидкой воды. Это все оказывает большое значение на климат планеты. Вода, охлаждаясь ниже 4°C , становится легче, замерзает на поверхности и не тонет, способствуя тем самым сохранению жизни [58; 59].

К аномальным свойствам воды можно отнести высокую теплоемкость, которая способствует перераспределению тепла по поверхности Земли. Природа этой аномалии заключается в том, что связи водорода между молекулами воды находятся в постоянном движении, разрываются и меняются. При различных температурных значениях в воде устанавливается свое динамическое равновесие. Во время нагревания часть теплоты затрачивается на разрыв водородных связей, расходуя при этом $0,26 - 0,5$ эВ. Это объясняет аномально высокую теплоемкость воды, в сравнении с расплавами других веществ, не образующих водородных связей.

К аномальным свойствам можно отнести поверхностное натяжение жидкости. С этим свойством связана ее способность «прилипать» к поверхности многих твердых веществ. Молекулы, находящиеся на поверхности жидкости стремятся втянуться внутрь, при этом на поверхности остается незначительное количество молекул. Вдоль поверхности жидкости действуют силы, которые стремятся ее уменьшить.

Все аномалии объясняются структурной модификацией воды, которая связана с разрушением и возникновением межмолекулярных водородных связей, при изменении фазового перехода и температуры [30].

Химические свойства воды. Чистой воды не существует в природе. Поэтому, когда мы говорим о природной воде, мы подразумеваем водные растворы разнообразных элементов, находящихся на Земле. В воде находятся «собственные» примеси: при обычной температуре из каждого миллиарда молекул воды образуется два иона – H^+ и OH^- . Ион водорода присоединяется к молекуле воды и образует ион гидроксония H_3O^+ . вода выдерживает нагревание до 1000°C , выше этой температуры разлагается

частично на водород и кислород. При 2000⁰С распадается всего 2 % воды. В химических реакциях вода выступает как катализатор. Из-за полярности молекул участвует во многих реакциях, в качестве растворителя и как реагент или продукт. В качестве реагента она участвует в следующих реакциях:

1. Восстановление и окисление. Окисляет металлы, расположенные в электролитическом ряду напряжения выше олова, уравнения реакции (1), (2):

Восстановитель:



Окислительная реакция между натрием и водой:



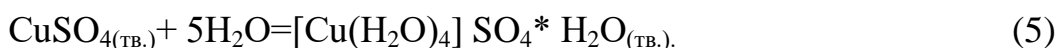
2. Кислотно-основные реакции. Она обладает амфотерными свойствами. Может быть как донором протона, уравнения реакции (3), (4):



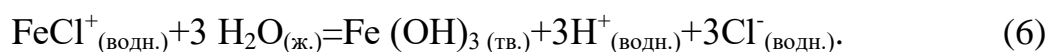
или акцептором протона:



3. Гидратация – это способность молекулы воды сольватировать катионы и анионы, уравнение реакции (5):



4. Гидролиз – это реакция какого-либо иона с водой, уравнения реакция (6):



Вода взаимодействует с оксидами, как металлов, так и неметаллов, образуя при этом соли или основания. Она является хорошим растворителем для множества веществ полярной структуры. В пустоты ассоциатов воды проникают многие молекулы, образуя клатраты, которые при повышении температуры легко разлагаются [30; 43; 59].

2.2 Загрязнения воды

Природные воды являются сложными многокомпонентными системами, содержащие примеси в растворенном и нерастворенном состоянии. Ее можно рассматривать как гетерогенную дисперсионную среду, в которой примеси находятся в растворенном или дисперсном состоянии.

Кульский Л. А. систематизировал примеси воды по фазово-дисперсному состоянию, которые приведены в таблице 6 [43].

Таблица 6 – Классификация примесей по фазово-дисперсному состоянию

Группа примесей	Размер частиц, м	Дисперсность, м ⁻¹	Характеристика примесей
Гетерогенные системы			
I-взвеси (взвешенные вещества)	10 ⁻⁵ ...10 ⁻⁷	<10 ⁷	Суспензии и эмульсии, микроорганизмы и планктон
II- коллоидные растворы	10 ⁻⁷ ...10 ⁻⁸	10 ⁷ ...10 ⁸	Коллоиды и высокомолекулярные соединения, вирусы
Гомогенные системы			
III- молекулярные растворы	10 ⁻⁸ ...10 ⁻⁹	10 ⁸ ...10 ⁹	Растворенные газы, органические вещества в молекулярной форме
IV- ионные растворы	<10 ⁻⁹	>10 ⁹	Соли, основания, кислоты

Гетерогенные системы (I, II группы примесей воды) существуют, если они нерастворимы в воде. III, IV группы веществ объединяют растворимые примеси воды (в молекулярной или ионной форме). Если в воде существуют примеси только III, IV группы, то эти системы будут гомогенными – однофазными.

Первая группа веществ – нерастворимые примеси с размером частиц $10^{-5} \dots 10^{-7}$ м. Они обуславливают мутность воды, иногда цветность. Гетерогенные системы, образованные примесями этой группы, в зависимости от агрегатного состояния частиц называют эмульсиями, пенами и суспензиями. Вещества первой группы удерживаются во взвешенном состоянии благодаря динамическим силам тока воды. В покое эти частицы будут седиментировать (седиментация – осаждение или всплывание) или агрегировать (агрегация – увеличение размеров частиц дисперсной фазы). В результате образуется рыхлый или плотный осадок.

Вторая группа веществ представляет собой коллоидные примеси с размером частиц $10^{-7} \dots 10^{-8}$. Такие размеры в природных водах имеют минеральные и органоминеральные частицы почв и грунтов, нерастворимые формы гумусовых веществ, придающие цветность воде и вирусы. Эти частицы коллоидной дисперсности содержатся в сточных водах различных производств. Их присутствие создают трудности для очистки воды, потому что они способны образовывать с водой устойчивые коллоидные системы, которые необходимо разрушить.

Частицы третьей и четвертой группы образуют с водой гомогенные системы.

Третья группа веществ представлена неэлектролитами неорганического и органического происхождения, растворенные газы. Это продукты отмирания жизнедеятельности бактерий, грибов, водорослей.

К *четвертой группе* относятся вещества ионной степени дисперсности, т.е. электролиты, диссоциирующие в воде с образованием

ионов. Главные ионы в природной воде Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , соли железа и марганца и т.д.

Природные и сточные воды содержат частицы разного размера, которые называют полидисперсными. Важной характеристикой такой системы – это функция распределения частиц в соответствии с размером, которая показывает отношение частиц с одним размером к общему количеству частиц в системе.

Частицы могут быть: трехмерные (капли, пузырьки) их размеры во всех трех измерениях приблизительно равны; двухмерные (капилляры, волокна, поры); одномерные (мембраны, пленки). В таком случае природные и сточные воды следует рассматривать как многокомпонентные гетерогенные полидисперсные системы [5; 32]

Основными источниками загрязнения являются промышленность, сельское хозяйство и бытовое хозяйство. Основные формы загрязнения – физические, химические, тепловые и биологические.

Физические загрязнения связаны с попаданием в водоемы плохо растворимых примесей, таких как песок, глина, различный мусор. Тепловое загрязнение вызвано тепловой энергией, которая косвенно влияет на окружающую среду, вызывая изменение протекания биологических процессов, которые могут вызвать гибель водных организмов и рыб. Также тепловая энергия может послужить причиной роста простейших и водорослей, в результате чего усложнится процесс очистки [53].

Химическое загрязнение подразумевает под собой попадание в водоемы химических веществ, специфических для различных производств и отраслей сельского хозяйства. Биологические загрязнения – это загрязнение органическими веществами и организмами. Некоторые химические загрязнения богатые азотом и фосфором, являются питательной средой для некоторых микроорганизмов, попадая в водоем,

они вызывают эвтрофикацию – зарастанию водоема и превращение в болото [12; 39; 42].

2.3 Классификация физико-химических методов очистки воды

Разнообразие загрязнителей природной воды способствует развитию не меньшего количества способов очистки. Способы очистки можно разделить на несколько групп, которые включают в себя много вариантов очистки. Очистка воды - это комплексная задача, которая требует для своего решения многостороннего подхода, для достижения положительных результатов. Комплексность подхода зависит от степени и состава загрязнений.

Большое распространение получила классификация методов очистки воды, приведенная в таблице 7 [32; 47; 50].

Таблица 7 – Методы очистки природных и сточных вод

Физические и механические	Химические	Физико-химические	Биологические
Осаждение в гравитационном поле Осаждение в центробежном поле Фильтрация Адгезия Обработка в электромагнитном поле Ультразвуковое облучение Разделение в электрическом поле	Нейтрализация Окисление Восстановление	Ионный обмен Коагуляция Флокуляция Флотация Сорбция Обратный осмос Диализ Электродиализ Экстракция	Аэробные Анаэробные

Физические методы очистки основаны на физических явлениях, которые используются для воздействия на воду и содержащиеся в ней загрязнения. При больших объемах воды этот метод используется для удаления крупных твердых включений и выступает как предварительная стадия грубой очистки, призванная снизить нагрузку на последующие стадии обработки.

Химические методы очистки воды основаны на взаимодействии определенных загрязняющих веществ с реагентами. В результате такого

взаимодействия загрязнители разлагаются на неопасные компоненты, либо переходят в иное состояние, образуя нерастворимые соединения, выпадающие в осадок.

Биологические методы очистки воды основаны на использовании живых организмов. Биологическая очистка является перспективным способом очистки сточных вод. Для этого процесса обычно используют бактерии различных видов, грибы водоросли, простейшие и некоторые виды многоклеточных. Одна из особенностей метода заключается в возможности подбора определенного живого организма для оптимальной очистки сточных вод заданного химического состава. Например, бактерии *Nitrobacter* и *Nitrosomonas*, способны окислять азотсодержащие соединения в процессе питания, а фосфат аккумулирующие организмы применяются для очистки воды от фосфора [46].

В рамках исследования большее внимание уделяется физико-химическим методам очистки воды. На наш взгляд эта тема дает возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков, необходимых будущему педагогу.

Физико-химические очистки воды универсальные и получили широкое распространение. Они разнообразны, могут применяться как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами очистки. Также их можно использовать на стадии предварительной обработки и на этапе глубокой очистки. Физико-химические методы обеспечивают устойчивую работу на сооружениях при низкой температуре, изменении органических нагрузок, рН и требуют меньшей продолжительности обработки. Применение данного способа обработки воды решает проблему использования очищенных сточных вод [50].

Согласно таблице 7 к физико-химическим методам очистки относятся следующие виды [63].

1. Ионнообмен – используется в водоподготовке с целью умягчения воды, т.е. удаления солей жесткости. Этот метод эффективен при

небольших количествах загрязнений или на завершающих этапах очистки. Суть заключается в обмене ионами между водой и специальным материалом, который называется ионитом. В зависимости от типа обмениваемых ионов иониты подразделяют на: катиониты и аниониты. Ионит представляет собой высокомолекулярное вещество, состоящее из каркаса (матрицы) с высоким количеством функциональных групп, способных к ионообмену. Природные аналоги – цеолиты и сульфоугли, которые применяют на ранних этапах развития ионообменной очистки. Широкое распространение получили искусственные ионообменные смолы, которые превосходят природные иониты по своей способности. Метод получил широкое распространение, как в промышленности, так и в быту. При водоподготовке ионообменный материал подлежит регенерации с помощью растворов с высоким содержанием H^+ и OH^- [47].

2. Диализ основан на том, что полупроницаемая мембрана освобождает коллоидные растворы и низкомолекулярные соединения из высокомолекулярных веществ. Низкомолекулярные вещества способны пройти через мембрану. Обычный диализ имеет форму мешка из полупроницаемого материала, который заполнен диализируемой жидкостью. Этот мешок опускают в очищаемую воду. С течением времени диализируемое вещество в обоих растворах становится равным. Далее заменяется растворитель в мешочке, повторяются действия до полного очищения воды. Недостаток диализа долгий процесс очистки. Для ускорения процесса увеличивают температуру и активную площадь. Используется метод для очистки коллоидных жидкостей от электролитов и неэлектролитов [38].

3. Электродиализ – это комплексный метод, сочетающий в себе мембранный и электрические процессы. С помощью его можно удалять из воды различные ионы и проводить обессоливание. Для электродиализа используются специальные ионоселективные мембраны, пропускающие ионы определенного знака. Аппарат, использующийся, для электродиализа

называется электродиализатором, в котором располагается ряд камер, разделенных чередующимися катиообменными и аниообменными мембранами, в которые поступает очищаемая вода. В крайних камерах расположены электроды, к которым подводится постоянный ток. Под действием возникшего электрического поля ионы начинают двигаться к электродам согласно своему заряду навстречу ионоселективной мембране со схожим зарядом. Это приводит к тому, что в одних камерах наблюдается отток ионов (камеры обессоливания), а в других накопление (камера концентрирования). Разводя потоки из разных камер можно получить концентрированный и обессоленный растворы. Преимущества метода в очищении воды от ионов, но и в получении концентрированных растворов, отделяемого вещества, что позволяет его возвращать в производство [32].

4. Флотация – представляет собой процесс отделения гидрофобных частиц при пропускании через воду большого числа пузырьков газа. Частицы закрепляются на поверхности раздела фаз пузырьков и вместе с ними поднимаются на поверхность, образуя слой пены, который может быть легко удален. Флотацию часто комбинируют с использованием химических реагентов, например, сорбирующихся на частицах загрязнителя, чем достигается снижение его смачиваемости (взаимодействие жидкости с поверхностью твердого тела или другой жидкости). Флотацию используют для очистки воды от нефтепродуктов и масел. Этим способом могут удаляться твердые примеси, отделение которых другими способами неэффективно [64].

Различают следующие типы флотации: пенную, механическую, напорную, пневматическую, электрическую, химическую.

При пневматической флотации образование восходящего потока пузырьков создается за счет установки на дне резервуара аэратов, представляющих собой перфорированные трубы или пластины. Подаваемый воздух проходит через отверстия перфорации, дробится на

отдельные пузырьки, выполняющие сам процесс флотации. При напорной флотации поток очищаемой воды смешивается с поток воды перенасыщенной газом, находящейся под давлением, подается в камеру флотации. Падение давления вызывает выделение пузырьков растворенного газа малого размера. При электрофлотации процесс формирования пузырьков проходит на поверхности расположенных в очищаемой воде электродов при прохождении по ним эклектического тока [63].

5. Сорбционный метод основан на поглощении загрязняющих веществ поверхностном слое сорбента (адсорбция) или в его объеме (абсорбция). Для очистки воды используется процесс адсорбции, который может носить физический или химический характер. Различие состоит в том, что удержание адсорбируемого загрязнителя осуществляется либо с помощью сил молекулярного взаимодействия (физическая адсорбция), либо в результате образования химических связей (химическая адсорбция или хемосорбция). Методы очистки данной группы могут убирать даже малые количества загрязнителей. Сорбционные методы могут удалять гербициды и пестициды, поверхностно активные вещества, фенолы. В качестве сорбентов используют силикогели, активированные угли, алюмогели и цеолиты [65].

6. Экстракция заключается в использовании экстрагентов. Экстрагенты представляют собой жидкости несмешиваемые или частично смешиваемые с водой, но значительно лучше растворяющие в себе загрязнители. Процесс происходит следующим образом: очищаемая вода и экстрагент смешиваются для развития максимальной поверхности контакта фаз, после чего в них происходит перераспределение растворенных загрязняющих веществ, значительная часть которых переходит в экстрагент, после две фазы разделяются. Экстрагент, который насыщен загрязнителем, называется экстрактом, а очищенная вода – рафинатом. После экстрагент утилизируется или регенерируется в

зависимости от процесса. Данный способ очистки способен удалять органические соединения, например, фенолы и органические кислоты. Экстрагируемое вещество может быть использовано и в последующем для других целей, если оно играет определенную ценность. Этот факт способствует использованию экстракционного метода очистки к сточным водам для извлечения и последующего применения или возврата в производство ряда веществ, теряемых со стоками [32; 57].

7. Обратный осмос проводится под давлением больше осмотического и относится к мембранным процессам. Осмотическое давление является избыточным гидравлическим давлением, приложенным к раствору, отделенному полупроницаемой перегородкой (мембраной) от чистого растворителя, при котором прекращается диффузия чистого растворителя через мембрану в раствор. Если рабочее давление будет выше осмотического, то будет наблюдаться обратный переход растворителя из раствора, в результате чего концентрация растворенного вещества будет расти. Обратным осмосом можно отделять соли, коллоидные частицы, бактерии и вирусы, растворенные газы. Установка может использоваться для получения пресной воды из морской [64].

В своем исследовании мы использовали метод коагуляции и флокуляции [4; 8; 28]. Эти методы являются эффективными в очистке воды и применяются на многих станциях водоподготовки в комбинации с другими методами (приложение 1). Определение дозы реагентов осуществляется с помощью пробного коагулирования (приложение 2). Благодаря упрощенной технике использования, метод коагуляции и флокуляции можно применить в учебном процессе для отработки практических навыков и в качестве наглядного примера очистки воды.

8. Коагуляция – процесс слипания частиц с образованием более крупных агрегатов. Коагуляция разрушает коллоидную систему, разрушая агрегативную и кинетическую устойчивость [28]. Метод позволяет добиться очистки воды от цветности, мутности, органических загрязнений.

Качество питьевой воды зависит от того, как проходит процесс коагуляции.

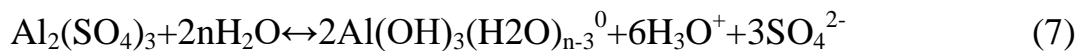
Коллоидные частицы, находящиеся в природной воде, представляют собой комплекс большого количества молекул веществ. Коллоидные частицы в большинстве случаев имеют кристаллическую структуру, постоянно находятся в броуновском движении (частицы дисперсной фазы испытывают удары молекул дисперсионной среды, находящихся в постоянном хаотичном движении, и сами перемещаются в пространстве). Необходимым условием осаждения коллоидных частиц является их укрупнение за счет слипания. При наличии у частиц одинакового заряда наблюдается взаимное отталкивание, мешающее слипанию частиц. Молекулярные силы взаимного притяжения между коллоидными частицами называются силами Ван-дер-Ваальса. Для того чтобы между частицами возникли силы взаимного притяжения или отталкивания, необходимо, чтобы частицы под действием кинетической энергии или в результате броуновского движения начали сближаться. Частицы слипаются при условии преодоления ими «силового барьера» под влиянием кинетической энергии. Большая кинетическая энергия частиц, необходимая для преодоления сил отталкивания снижает вероятность сближения частиц и коагуляции коллоида. Коллоидная система в таком случае сохраняет свою агрегативную устойчивость. Процесс коагуляции возможен при снижении электрического заряда частиц и сил отталкивания между ними. Силы отталкивания снижаются при введении в коллоидную систему электролитов. С увеличением концентрации электролитов в воде возрастает количество противоионов (для положительно заряженных частиц важно количество анионов в электролите, а для отрицательно заряженных – катионов). В результате взаимодействия электролитов на коллоидные частицы устраняются причины, препятствующие их сближению, они сближаются и образуют крупные агрегаты, которые течением времени выпадают в осадок. Возрастание способности

электролита вызывать коагуляцию увеличивается вместе с валентностью коагулирующего иона, обладающего зарядом, противоположным заряду коллоидных частиц. Таким способом протекает коагуляция зелей, обусловленная адсорбцией ионов на поверхности коллоидных частиц. Устойчивость в растворе определяется гидратацией ионов и влиянием зарядов поверхности на ориентированную адсорбцию дипольных молекул воды [38].

Дестабилизация коллоидных систем происходит по механизму нейтрализации заряда. При добавлении в коллоидную систему катионов, приводит к столкновению частиц друг с другом, благодаря броуновскому движению, движению жидкости. Силы Ван-дер-Ваальса и явления поверхностной адсорбции становятся преобладающими. Наступают агрегация и седиментация частиц. Этот механизм обратим, так как существует предельная концентрация катионов, превысив которую может возникнуть дисбаланс ионов между частицей и раствором, приводящий к восстановлению стабилизации дисперсной системы (явление перезарядки).

В процесс коагуляции нужно учитывать много факторов, поэтому экспериментальные подходы остаются незаменимыми. Спрогнозировать процесс коагуляции и рассчитать точную дозу реагента практически невозможно, вследствие этого прибегают к проведению пробных экспериментов, на одинаковых пробах воды (приложением 2). Такой эксперимент получил название пробное коагулирование. У исходной воды определяют мутность, цветность, рН и щелочность. Мутность и цветность служат показателем загрязненности природной воды. рН и щелочность указывают на необходимость подщелачивания исходной воды, так как некоторые коагулянты работают в узком диапазоне рН. Оптимальный диапазон показателя рН для коагулянта сульфата алюминия, при котором будет образовываться, и выпадать в осадок гидроксид алюминия, составляет 6,7 – 7,5. Механизм действия коагулянтов в воде заключается в образовании малорастворимых оснований, которые образуются в

результате взаимодействия гидроксильных ионов с продуктами гидролиза коагулянтов. Суммарная реакция взаимодействия сульфата алюминия с водой будет выглядеть следующим образом (уравнение реакции (7)):



При pH более 7,5 механизм коагуляции протекает за счет адсорбции гумусовых веществ на поверхности $\text{Al}(\text{OH})_3$, снижение мутности происходит в результате обволакивания этого комплекса минеральными частицами.

9. Флокуляция является эффективным способом интенсификации процесса коагуляции. Флокуляция представляет собой агрегацию частиц под действием флокулянтов, в результате которого образуются крупные хлопья – флокулы. Взаимодействие коллоидных частиц происходит через полимерные молекулы адсорбированного флокулянта, микрохлопья, образованные коагулянтном соединяются с образованием вторичных коагуляционных структур – флокул. Флокулянты являются полиэлектролитами неорганического или органического происхождения, в зависимости от заряда бывают катионные и анионные. В водной среде происходит диссоциация функциональных групп с образованием анионов или катионов. Катионные адсорбируют на наружной поверхности глинистых частиц по катионообменному механизму, анионные – на положительных участках коллоидных частиц. Группы полимера недиссоциированные могут образовывать водородные связи с гидроксильными группами алюмосиликатов [28].

Закономерности в действии флокулянтов:

– ухудшение процесса флокуляции наблюдается при пресыщении частиц молекулами полимера. Свободные концы макромолекул могут адсорбироваться на одной и той же частице, образуя петли. Большие размеры молекул флокулянта несут собственные сольватные оболочки,

образовывают на поверхности частиц адсорбционно-сольватные слои высокой плотности и протяженности. Адсорбционно-сольватные слои не успевают «выдавиться» за короткий интервал времени соударения частиц, создается структурно-механический барьер;

– при интенсивном перемешивании происходит разрушение полимерных связей и ухудшается процесс осаждения;

– возникновение полимерных мостиков наблюдается даже тогда, когда частица заряжена противоположно.

Процесс очистки зависит от состава дисперсной системы, содержания воды и от природы коагулянтов и флокулянтов. Продуктивная очистка воды достигается при обеспечении благоприятных условий для гидролиза коагулянта и его взаимодействия с флокулянтом и очищаемой водой [8].

2.4 Методы контроля качества воды

При изучении физико-химических методов очистки воды в состав освоения темы входит отработка практических навыков, заключающихся в проведении очистки воды и определении показателей качества. Проведение занятий по данной теме способствуют созданию условия для развития исследовательских качеств и формируют умение анализировать и сравнивать полученные результаты, повышают интерес к предмету, способствуют воспитанию культуры по защите и охране окружающей среды.

Качество природной воды и очищенной определяется комплексом физических, химических и микробиологических показателей [16; 41; 42].

1. Содержание взвешенных веществ, прозрачность и мутность. Взвешенные вещества относятся к грубодисперсным примесям, они попадают в породную воду в результате смыва твердых частиц покрова земли. Частицы имеют большую массу и практически не способны к диффузии. Определить взвешенные вещества можно с помощью

отстаивания или фильтрования, а также с помощью установления мутности (прозрачности) воды. Мутность воды может быть связана с наличием коллоидных и нерастворимых веществ органического и неорганического происхождения. Повышение мутности может свидетельствовать о наличии карбонатов в воде, марганца, железа, фито- и зоопланктона, сброса неочищенных сточных вод. Для очищенной воды показатель мутности не должен превышать 1,5 мг/л [26].

2. Запах. Характер запахов определяют органолептически. Запахи могут быть естественного и искусственного происхождения (примеси промышленных и сельскохозяйственных вод). При определении запаха сначала устанавливают его характер, после интенсивность запаха, руководствуясь пятибалльной шкалой [26].

3. Вкус и привкус. Выделяю четыре вида вкусов: соленый, горький, сладкий, кислый. Качественную характеристику оттенков вкусовых ощущений описывают – хлорный, горьковатый и т.д. Соленый вкус воды может быть вызван присутствием хлорида натрия, горький – сульфатом магния, кислый – наличие свободного диоксида углерода [26].

4. Цветность. Этот показатель обусловлен наличием гуминовых веществ и соединений трехвалентного железа. Гуминовые вещества – это органические соединения, которые образуются в результате биохимического разложения растений. Переходя в воду из почвы, они окрашивают ее в желтый цвет. Цветность определяется по хромокобальтовой шкале, путем определения раствора сравнения с эталоном. Цветность в очищенной воде в соответствии с нормативными документами не должна превышать 20^0 [41].

5. Температура. Температура воды колеблется в зависимости от периодов года. Она оказывает влияние на процесс растворения веществ в воде.

6. Активная реакция среды или рН. Для природных вод величина этого показателя в большинстве случаев находится в пределах 6,5 - 8,5. рН

показывает на сколько стабильна вода, т.е. какими свойствами она обладает накипеобразующими или коррозионными. Также рН воды руководствуются для прогнозирования химических и биологических процессов. Определение рН производится с помощью приборов рН-метров [41].

7. Щелочность. Щелочность воды определяется наличием карбонатов и гидрокарбонатов. Одним из источников этих ионов является угольная кислота. В природной воде угольная кислота может присутствовать в виде суммы недиссоциированных молекул H_2CO_3 и CO_2 либо в виде полусвязанной уголекислоты (HCO_3^-) и в виде связанной уголекислоты (CO_3^{2-}). Углекислые соли довольно часто встречаются в природной воде и составляют половину от общего состава солей. На содержание уголекислоты оказывают химические и биохимические процессы, происходящие в грунтах и в воде при их взаимодействии. Соотношение между соединениями угольной кислоты определяется уравнениями диссоциации (8), (9):



Исходя из этого, в природной воде могут одновременно присутствовать гидрокарбонат, карбонат-ионы и свободная угольная кислота.

В процессе обработки воды коагулянтами щелочность оказывает влияние на степень гидролиза солей реагента, так как в присутствии гидрокарбонатов (HCO_3^{2-}), помимо собственно реакции гидролиза, идущей с образованием гидроксида поливалентного металла, параллельно протекает еще несколько процессов:

– нейтрализация образующихся при гидролизе ионов водорода анионами гидрокарбоната;

– формирование основных солей алюминия с гидрокарбонатами и другими ионами, входящими в состав воды. Щелочность является важным параметром, влияющим на процесс очистки природной воды, и ее рекомендуется поддерживать на определенном уровне для каждого вида обрабатываемой воды.

Определение щелочности проводят: путем титрования пробы воды раствором соляной кислоты в присутствии индикатора – объемный метод, электрометрический по величине рН [20].

8. Жесткость. Жесткость воды обусловлена наличием в воде ионов щелочноземельных металлов. Общая жесткость представляет собой сумму ионов магния и кальция, т.е. сумма карбонатной и некарбонатной жесткости. Карбонатная жесткость указывает на наличие гидрокарбонатов кальция и магния. Некарбонатная – присутствие сульфатов, силикатов, фосфатов, хлоридов. Наличие ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} вызвано залежами известняка, доломитов, гипса. Определение жесткости основано на комплексном соединении трилона Б с ионами щелочноземельных металлов. Второй способ определения жесткости проводят с помощью метода атомно-абсорбционной спектроскопии [19].

9. Сульфаты. Содержание этих элементов в воде связано с выветриванием пород и биохимическими процессами, происходящими в водоносных слоях. Содержание в источниках централизованного водоснабжения не должно превышать 500 мг/л. Большое количество сульфатов в воде может свидетельствовать о загрязнении сточными водами. Метод определения сульфат-ионов основан на осаждении сульфатов и образовании слабо растворимого осадка, который в последующем растворяется и титруется раствором, содержащим ионы магния [18].

10. Хлориды. Хлориды являются основными ионами, содержащимися в природных водах. Большое содержание хлоридов может говорить о загрязнении сточными водами. Концентрация в источниках водоснабжения не должна превышать 350 мг/л. Определение хлоридов проводят основано на осаждении хлорид-ионов в нейтральной или слабощелочной среде азотнокислым серебром в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора [23].

11. Железо. Этот элемент всегда встречается в подземных и поверхностных источниках. Железо может присутствовать в коллоидной, растворенной и нерастворенной формах. В растворенном виде Fe^{3+} может находиться в небольших концентрациях. Большая часть Fe^{3+} находится в коллоидной форме и тонкой суспензии. В подземных водах железо существует в двухвалентной форме, при наличии растворенного кислорода оно окисляется до трехвалентного. Повышенное содержание железа может указывать на наличие загрязнений. Под действием желез вода окрашивается в желтый или бурый цвет. Сущность метода определения железа основана на взаимодействии железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой и образовании комплексного соединения желтого цвета [22].

12. Марганец. Содержание этого элемента гораздо меньше, чем железа. В открытую воду он может поступать вместе с талыми и грунтовыми потоками с участков земли, содержащих марганцевые удобрения. Еще одной причиной может послужить поднятие воды с глубинных слоев из-за тектонических движений, содержащих некоторое количество марганца, в верхние слои и последующее их смешение. Норма 0,1 мг/л. Сущность метода заключается в окислении соединений марганца до перманганат-ионов и измерением оптической плотности [24].

13. Содержание соединений азота. Азот в природной воде содержится в виде органических и неорганических соединений. Главный источник азота в природных водах – белковые соединения растительного и

животного происхождения. Органический азот представлен сложными соединениями белковой природы и их промежуточными продуктами расщепления, образующими в воде коллоидный раствор. Неорганические формы азота находятся в истинно растворенном состоянии и могут переходить друг в друга. Содержание соединений азота не должно превышать 10 мг/л. Сущность метода определения состоит в способности аммиака взаимодействовать с реактивом Несслера и образование желто-коричневого цвета и фотометрическим определением [21].

14. Содержание кремневой кислоты. Содержание силикатов проводится в тех случаях, когда их содержание зависит от геологических условий. В природной воде кремневая кислота может содержаться в форме метакремниевой $H_2SiO_3(SiO_2 \cdot H_2O)$, поликремниевой $H_2SiO_5(2SiO_2 \cdot H_2O)$, ортокремниевой $H_2SiO_4(SiO_2 \cdot 2H_2O)$ кислот. Кислоты малорастворимые и образуют в природной воде коллоидные растворы. Определяют методом взаимодействия кремневой кислоты с молибдатом аммония в кислой среде с образованием желтой кремнемолибденовой гетерополиокислоты [41].

15. Ионы тяжелых металлов. В число токсичных элементов, лимитированных в воде, относятся молибден, мышьяк, свинец, селен, стронций, кадмий, ртуть. Определение их производится в том случае, когда предполагается их содержание в виде источника. Действие токсичных элементов суммируется, даже если количество определенного элемента находится в пределах допустимой концентрации. Определение проводится электрохимическими и спектрометрическими способами [17].

16. Окисляемость. Окисляемостью называется содержание в воде восстановителей органических и неорганических, реагирующих с сильными окислителями. Окисляемость определяется числом миллиграммов кислорода, идущего на окисление примесей, в 1 литре воды. Виды окисляемости: общая – иодатная, цериевая (методики определяются редко); частичная окисляемость – перманганатная, бихроматная.

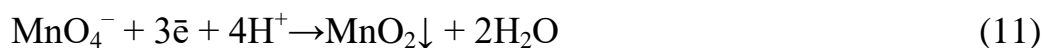
Общую окисляемость обычно определяют иодатным методом, учитывая все органические вещества. Для природных малозагрязненных вод используют методики определения перманганатной окисляемости (ПО). В более загрязненных водах определяют бихроматную окисляемость.

Бихроматная окисляемость называется химической потребностью в кислороде (ХПК). Этот показатель дает полное представление о содержании в воде органических веществ, при определении ХПК окисляется около 90 % органических веществ. Определение проводится с помощью бихромата калия в присутствии серной кислоты.

Перманганатная окисляемость (ПО) [25]. Метод основан на использовании в качестве окислителя марганцево-кислого калия (перманганата калия). Окислительная способность перманганата зависит от реакции среды, в которой протекает процесс окисления-восстановления. Перманганат-ион, являясь окислителем, может восстанавливаться до иона двухвалентного марганца Mn^{2+} , до диоксида марганца MnO_2 или перманганата калия K_2MnO_4 . В кислой среде, создаваемой серной кислотой, марганец в перманганате калия из семивалентного (Mn^{7+}) переходит в двухвалентный (Mn^{2+}). Реакция протекает с присоединением пяти электронов по уравнению реакции (10):

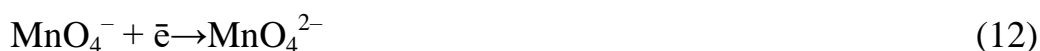


В слабокислой или нейтральной среде ион принимает три электрона по уравнению реакции (11):



При этом образуется осадок диоксида марганца бурого цвета. В щелочной среде ион MnO_4^- принимает только один электрон, при этом

образуется ион марганцевистой кислоты MnO_4^{2-} зеленого цвета, уравнение реакции (12):



Реакция чаще всего осуществляется в кислой среде, поэтому титрование перманганатом проводят в присутствии серной кислоты. Признаком окончания титрования служит бледно-розовая окраска избытка титранта – $KMnO_4$. Поэтому если титруемый раствор бесцветный, о достижении точки эквивалентности можно судить по появлению бледно-розовой окраски раствора. Характеристика вод по перманганатной окисляемости можно наблюдать в таблице 8 [43].

Таблица 8 – Характеристика вод по перманганатной окисляемости

Величина окисляемости	Единицы измерения, мгО/л
очень малая	до 4
малая	более 4 до 8
средняя	более 8 до 12
высокая	более 12 до 20
очень высокая	более 20

Для очистки воды значение этого показателя очень важно, так как он указывает на наличие загрязнений. Высокое значение перманганатной окисляемости говорит о присутствии органических веществ (гуминовые вещества, растительная органика) и определенной доли железобактерий, которые удерживают двухвалентное железо в стабильной форме. Перманганатная окисляемость является показателем, регламентирующим качество питьевой воды. ПДК для питьевой воды составляет 5 мгО/л [56].

В рамках исследования нами была проведена коагуляционная очистка природной воды. Степень очистки определяли по изменению показателей цветности, мутности и перманганатной окисляемости (ПО).

Исследования проводились в зимний период года. Для очистки воды использовали 1 % раствор коагулянта сульфата алюминия в дозе 6 мг/л. Изменение показателей качества воды отражено в таблице 9.

Таблица 9 – Изменение показателей качества

Дата	Исходная вода			Вода после коагуляции		
	Цветность, град	Мутность, мг/л	ПО, мгО/л	Цветность, град	Мутность, мг/л	ПО, мгО/л
04.12.18 г.	13	3,5	5,8	7	0,9	3,40
05.12.18 г.	11	2,8	4,97	6	0,7	3,30
06.12.18 г.	13	2,7	4,55	7	0,9	2,9
9.12.18 г.	13	2,1	4,7	6	1,0	3,41
10.12.18 г.	12	1,9	4,51	6	0,8	3,18
11.12.18 г.	14	1,7	4,85	7	0,9	3,49
12.11.18 г.	11	1,8	4,58	5	1,0	2,55
13.12.18 г.	13	2,5	4,6	6	0,9	3,09
16.12.18 г.	12	1,7	4,54	6	1,0	3,8
17.12.18 г.	10	1,6	4,5	5	0,7	3,54
18.12.18 г.	13	1,7	4,57	6	0,9	3,9
19.12.18 г.	15	2,5	3,9	7	0,8	3,2
20.12.18 г.	11	2,2	4,2	5	0,8	3,1
23.12.18 г.	11	3,4	5,09	5	1,0	3,50
24.12.18 г.	12	3,0	4,8	5	0,8	3,58
25.12.18 г.	12	2,9	5,1	5	0,9	3,3

Из таблицы 9 можно отметить, что использование коагулянта значительно снижает цветность, мутность и перманганатную окисляемость в сравнении с исходной водой. Изменение средних показателей перманганатной окисляемости за неделю представлены на рисунке 5.

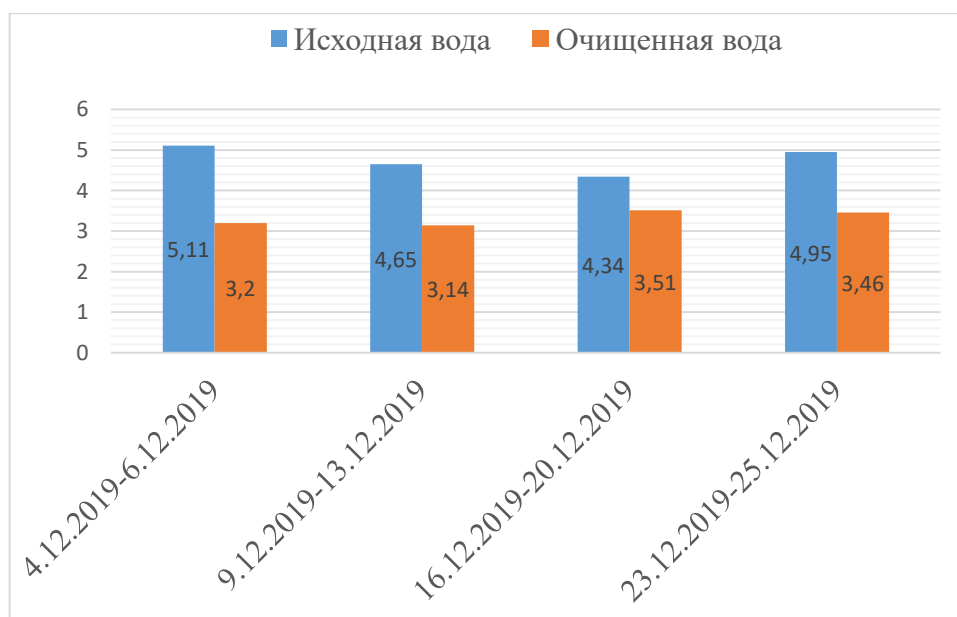


Рисунок 5 – Изменение перманганатной окисляемости воды

Анализируя рисунок 5 можно отметить, что перманганатная окисляемость не превышает допустимого уровня. За период с 04.12.2019 г. по 6.12.2019 г. окисляемость снижается на 37,4 %, с 9.12.2019 г. по 13.12.2019 г. – на 32,5 %, с 16.12.2019 г. по 20.12.2019 г. – 19,2 %, с 23.12.2019г. по 25.12.2019 г. – 30,1 %. Незначительное изменение этого показателя возможно связано с малым процентом загрязнений исходной воды. Известно, что в зимний период вода стабильна и наблюдается малые скачки показателей мутности, цветности.

Метод определения перманганатной окисляемости воды используется в учебном процессе, в качестве одного из способов формирования практических умений. При изучении данной темы актуализируются ранее полученные знания, совершенствуются умения анализировать и сравнивать и повышается интерес к предмету.

Выводы по второй главе

Таким образом, обобщая все вышесказанное можно отметить следующее:

1. Изучение способов очистки воды включает в себя знания по составу и свойствам воды, являющиеся базовыми при подготовке

студентов. Эти знания универсальны они раскрывают сущность многих дисциплин естественнонаучного цикла

2. Изучение состава и свойств воды, методов ее очистки в педагогическом вузе способствует актуализации полученных знаний, усиливает их предметную составляющую и способствует совершенствованию практических умений.

ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

3.1 Использование современных технологий при подготовке будущих учителей химии в Педагогическом вузе

Глобальная модернизация экономики требует интеллектуализации производства и инновационных технологий в профессиональной деятельности. Все это сводится к требованиям рынка труда и соответствия качества образования требованиям государственного стандарта. Профессиональные стандарты нового поколения для педагогического вуза, отражают современный подход к результатам освоения образовательных программ и их преобразованию, определяя в качестве конечной цели подготовку учителя исследователя. Согласно стандарту, подготовка учителей химии и биологии предусматривает формирование универсальных и профессиональных компетенций, включающих практические умения и навыки. Компетенция по практическим навыкам включена в перечень мировых, российских и региональных чемпионатов профессионального мастерства WorldSkills [27; 37].

WorldSkills – чемпионаты профессионального мастерства созданные с целью привлечения молодежи к рабочим специальностям, востребованных современным обществом. Согласно стандартам чемпионов WorldSkills, студенты по окончании вуза должны владеть практическими навыками и демонстрировать высокий уровень профессионального мастерства [40; 71].

С целью повышения подготовки выпускников в некоторых вузах страны внедрена новая форма итоговой аттестации – демонстрационный экзамен, направленный на оценку практических умений. В основе экзамена заложены стандарты соревновательных чемпионатов World Skills. В послании Федеральному Собранию 4 декабря 2014 года Президентом

Российской Федерации дано поручение, которое обращено на развитие рабочих кадров [71]. От 25 октября 2016 года союзом «Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» проводится пилотная апробация демонстрационного экзамена по стандартам чемпионата. К вузам, прошедшим пилотную апробацию демонстрационного экзамена относятся: Севастопольский государственный университет, Международный Институт Дизайна и Сервиса, Балтийский федеральный университет, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Вятский государственный университет.

Для химической специальности демонстрационный экзамен проходит по компетенции «Лабораторный химический анализ». Компетенция включает в себя: проведение эксперимента, планирование работы химической направленности и обработку полученных результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков [40]. Элементы соревновательных чемпионатов могут также использоваться на практических и лабораторных занятиях.

В рамках нашей работы реализованы элементы чемпионата WorldSkills на занятии у студентов педагогического вуза химико-биологического профиля. Занятия разработаны по дисциплинам «Химия окружающей среды» и «Методика преподавания химии» по физико-химическим способам очистки воды и контролю качества очистки.

Цель проведения занятия состояла в формировании профессиональных навыков по компетенции «Лабораторный химический анализ». В соответствии с методикой проведения демонстрационного экзамена на занятии использовались контрольно-измерительные материалы, составленные на основе конкурсных заданий и критериев оценки чемпионата. В лабораторное занятие по физико-химическим методам очистки воды были включены задания:

- проведение очистки природной воды;

- приготовление титрованного раствора для определения перманганатной окисляемости;
- определение перманганатной окисляемости.

Методические указания включают методику определения анализа, протокол анализа, и критерии оценки. Задание по лабораторному занятию позволяет студентам продемонстрировать наличие следующих профессиональных компетенций: подготовка рабочего места, подготовка рабочих растворов и проб, умение проводить химический эксперимент, в соответствии с методиками определения и требованиями охраны труда, умение производить расчеты и интерпретировать результаты исследования в соответствии с нормативными требованиями.

Оценка проводится по следующим критериям:

- 1) охрана труда на рабочем месте перед началом лабораторного химического анализа и после его проведения;
- 2) подбор лабораторной посуды для анализа;
- 3) организация рабочего места;
- 4) техника выполнения химического анализа;
- 5) расчет и анализ полученных данных;
- 6) организация рабочего места после проведения лабораторного анализа.

Работа оценивается по модулям, в соответствии со стандартами чемпионатов. Максимальное количество баллов в каждом модуле составляет 10 баллов. Контроль выполнения заданий проводят преподаватель и студенты. На занятии одни студенты выступают в роли экспертов, другие – в роли участников. Эксперты получают критерии оценки, участники – методику выполнения анализа. За каждым экспертом закрепляется определенный студент. Потом они меняются ролями. Таким образом, можно отследить технику выполнения задания каждого студента. По окончании работы эксперт проставляет баллы. Критерии оценки приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Критерии оценки форсированности компетенции по модулю

Балл	Оценка
5,0-6,5	удовлетворительно
6,5-8,5	хорошо
8,5-10,0	отлично

Модуль 1. Проведение очистки природной воды методом пробного коагулирования. Цель работы: создать условия для формирования понятия о методах очистки воды на примере поведения пробного коагулирования раствором сульфата алюминия.

Задание:

1. Провести очистку природной воды 1 % раствором коагулянта сульфата алюминия.
2. Отследить интенсивность очистки по образованию хлопьев коагуляции и осадку.
3. Определить мутность после отстаивания на спектрофотометре.
4. Оформить протокол.

Общие указания. Метод пробного коагулирования заключается в процессе образования крупных агрегатов, в результате воздействия коагулянта с загрязнениями природной воды. Частицы находящиеся в воде из-за большой удельной поверхности обладают адсорбционными свойствами. Это играет большую роль для процесса коагуляции, так как происходит адсорбция на коллоидных частицах примесей [28].

Оборудование и реактивы:

1. Цилиндры мерные на 500 см³.
2. Природная вода.
3. Коагулянт сульфат алюминия 1 % раствор.
4. Спектрофотометр.
5. Кюветы на 50 мм.

6. Колбы конические на 250 см³.

7. Воронки.

8. Фильтры «белая лента».

9. Пипетка на 10 см³.

10. Стаканчики на 50 см³.

Технология выполнения работы (приложение 3, 4). Протокол анализа представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Протокол анализа по определению качества очищенной воды

Пробы воды	Интенсивность хлопьеобразования			Мутность, мг/л
	10 мин	20 мин	30 мин	
первая проба				
вторая проба				
третья проба				

Модуль 2. Приготовление титрованного раствора перманганата калия. Цель работы: сформировать понятия о способах приготовления титрованных растворов.

Задание:

1. Приготовить раствор перманганата калия 0,002 ммоль/дм³.
2. Приготовить раствор серной кислоты 1:3
3. Провести стандартизацию раствора перманганата калия.
4. Обработать полученные результаты.
5. Оформить протокол анализа.

Общие указания. Щавелевая кислота проявляет восстановительные свойства: в кислом растворе окисляется перманганатом калия до оксида углерода (IV) и воды.

Химизм процесса, уравнение реакции отражены в уравнении (13):



Оборудование и реактивы:

1. Колбы конические 250 см³.
2. Цилиндр мерный.
3. Воронки.
4. Пипетки на 10 см³.
5. Колбы мерные на 1 дм³.
6. Колбы мерные на 100 см³.
7. Кислота серная.
8. Кислота щавелевая, 0,005 ммоль/дм³.
9. Вода дистиллированная.
10. Перманганат калия.

Выполнение работы по приготовлению растворов и определение коэффициента перманганата калия (приложение 5). Критерии оценки к анализу (приложение 6, таблица 6.1). Протокол анализа представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Протокол анализа по определению коэффициента раствора перманганата калия

Исходные данные	№ опыта	
	1	2
M _Э (KMnO ₄)		
m(KMnO ₄)		
Расчет результатов		
V (KMnO ₄)		
K (KMnO ₄)		
K _{ср} (KMnO ₄)		

Модуль 3. Определение степени очистки природной воды с помощью метода перманганатной окисляемости. Цель работы: сформировать представления о способах проверки качества очищенной воды на примере определения перманганатной окисляемости.

Задание:

1. Отобрать пробу воды после физико-химического метода очистки.
2. Определить перманганатную окисляемость в пробах очищенной воды и неочищенной.
3. Обработать полученные результаты.
4. Оформить протокол анализа.

Общие указания. Метод основан на окислении органических и неорганических веществ, раствором перманганата калия в кислой среде при кипячении в течении 10 минут. Не вошедший в реакцию перманганат калия восстанавливают щавелевой кислотой. Избыток щавелевой кислоты оттитровывают перманганатом калия.

Оборудование и реактивы:

1. Колбы конические на 250 см³.
2. Колбы мерные на 100 см³.
3. Пипетки на 10 см³.
4. Раствор серной кислоты 1:3.
5. Раствор щавелевой кислоты (0,005 ммоль/дм³).
6. Раствор перманганата калия (0,002 ммоль/дм³).
7. Стекланные шарики.

Выполнение работы (приложение 7, 8, таблица 8.1). Протокол анализа представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Протокол анализа определения перманганатной окисляемости

Исходные данные	№ опыта	
	1	2
К (KMnO ₄)		
V пробы воды		
V ₁		
V ₂		
K _p		
X		

3.2 Педагогический эксперимент и его результаты

В процессе проведения педагогического эксперимента был проведен мониторинг эффективности предполагаемой методической рекомендации. В ходе эксперимента использовалась бальная система оценки практических умений студентов, приближенная к системе начисления баллов профессионального мастерства WorldSkills. Максимальное количество баллов по каждому модулю составляло 10 баллов. Основные заголовки в схеме выставления оценок являлись критериями оценки. Каждый критерий разделялся на субкритерии. Схема начисления баллов должна была отражать долевые соотношения, указанные в стандарте чемпионата [71].

Педагогический эксперимент проводился у студентов 4 курса химико-биологического профиля. До начала эксперимента лабораторные занятия проходили в обычном режиме, без использования соревновательных методов. Участники делились на две подгруппы. До начала эксперимента анализ выполняли не все участники подгруппы. Результаты до начала эксперимента по определению коэффициента перманганата калия в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты педагогического эксперимента по определению коэффициента перманганата калия

Участник	Результат 1 группы	Результат 2 группы
1	2	3
1	8,80	9,10
2	8,61	8,91
3	8,41	8,70
4	7,75	8,62
5	7,74	7,87
6	7,20	7,60
7	7,16	7,54
8	7,05	7,29

Продолжение таблицы 14

1	2	3
10	6,95	6,85
11	6,49	6,63
12	6,45	6,47

Результаты, полученные до начала эксперимента, показали, что в ходе проведения лабораторного анализа не все участники подгруппы справились с выполнением задания и получили минимальное количество баллов. Графическое отображение процентного распределения баллов можно рассмотреть на рисунке 6.

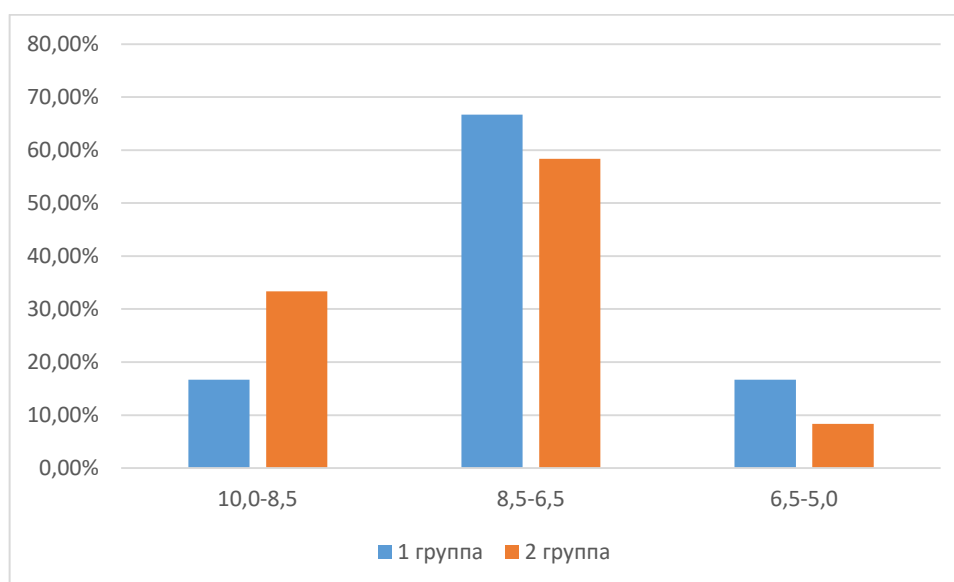


Рисунок 6 – Процентное распределение баллов

Из рисунка 6 можно отметить, что максимальное количество баллов наблюдается во второй группе и составляет 33,33 %. 66,67 % студентов первой группы получили от 8,5 до 6,5 баллов. 8,33 % студентов второй группы набрали 6,5-5,0 баллов, что соответствует оценке «удовлетворительно». Такое же количество баллов набрало 16,67 % студентов первой группы.

При использовании элементов соревновательных чемпионатов профессионального мастерства можно заметить изменения в

распределении баллов между студентами. Данные эксперимента отражены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты педагогического эксперимента по определению коэффициента перманганата калия

Участник	Результат 1 группы	Результат 2 группы
1	8,95	9,11
2	8,88	8,89
3	8,80	8,81
4	8,65	8,15
5	8,45	7,98
6	8,32	7,75
7	7,9	7,62
8	7,60	7,41
9	7,58	7,28
10	7,35	6,8
11	7,10	6,79
12	6,9	6,55

Из таблицы 15 можно отметить, что 33,33 % участников первой группы набрали от 10,0 до 8,5 баллов. Во второй группе максимальное количество баллов набрало 25 % студентов. 66,67 % студентов первой группы набрали 8,5-6,5 баллов, 75 % – во второй. Минимальное количество баллов не набрали участники ни одной группы.

Результаты эксперимента по проведению очистки воды представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Проведение очистки природной воды методом пробного коагулирования

Участник	Результат 1 группы	Результат 2 группы
1	2	3
1	8,95	9,5
2	8,89	8,7
3	8,86	8,81

Продолжение таблицы 16

1	2	3
4	8,78	8,6
5	8,64	7,98
6	8,32	7,8
7	8,3	7,62
8	8,15	7,6
9	7,45	7,58
10	7,5	6,8
11	7,1	6,79
12	6,9	6,9

Процентное распределение баллов показано на рисунке 7.

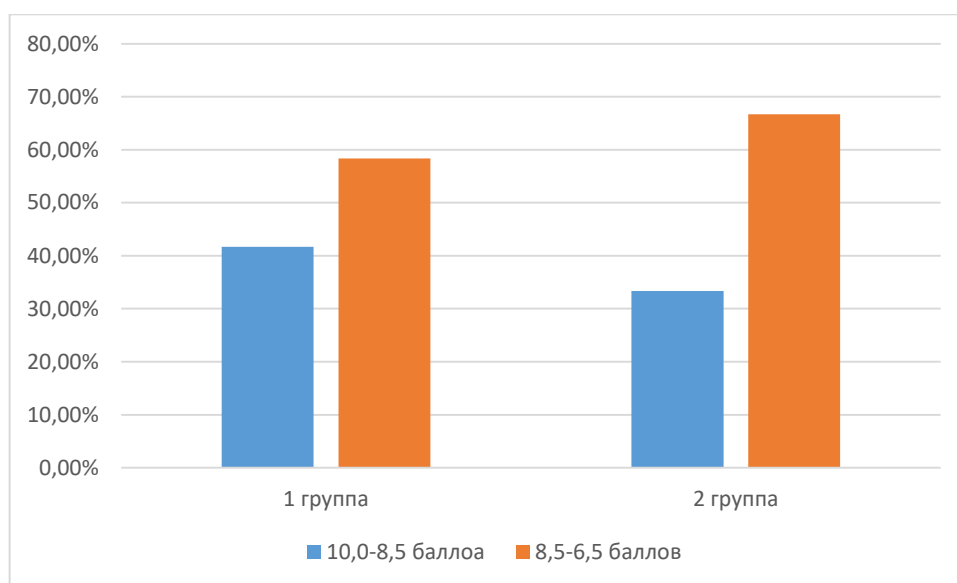


Рисунок 7 – Проведение очистки природной воды методом пробного коагулирования

Рисунок 7 показывает, что во второй группе 66,67 % студентов набрали 8,5-6,5 баллов. В первой группе это количество баллов набрали 58,33 % студентов (приложение 9, таблица 9.2).

Результаты по определению степени очистки воды представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Определение перманганатной окисляемости в очищенной воде

Участник	Результат 1 группы	Результат 2 группы
1	8,8	8,9
2	8,6	8,6
3	8,9	8,81
4	8,7	8,5
5	7,9	8,7
6	8,6	7,59
7	6,7	8,68
8	7,8	7,5
9	7,58	7,2
10	7,6	6,9
11	7,45	6,79
12	6,9	6,7

Распределение результатов педагогического эксперимента по трем модулям отражены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты эксперимента по трем модулям

Участник	Результат 1 группы	Результат 2 группы
1	26,7	27,51
2	26,56	26,32
3	26,37	26,19
4	26,13	25,25
5	25,24	24,66
6	24,99	23,92
7	23,55	23,14
8	22,91	22,51
9	22,90	22,06
10	22,61	20,5
11	22,45	20,39
12	20,6	20,15

Анализируя таблицу 18 можно сказать, что участники обеих групп успешно справились с выполнением заданий по трем модулям. Средний балл по трем модулям у студентов, находящихся на последнем уровне составляет 6,8 и 6,72, что соответствует отметке «хорошо». Процентное расхождение между студентами первой и второй группы показано на рисунке 8.

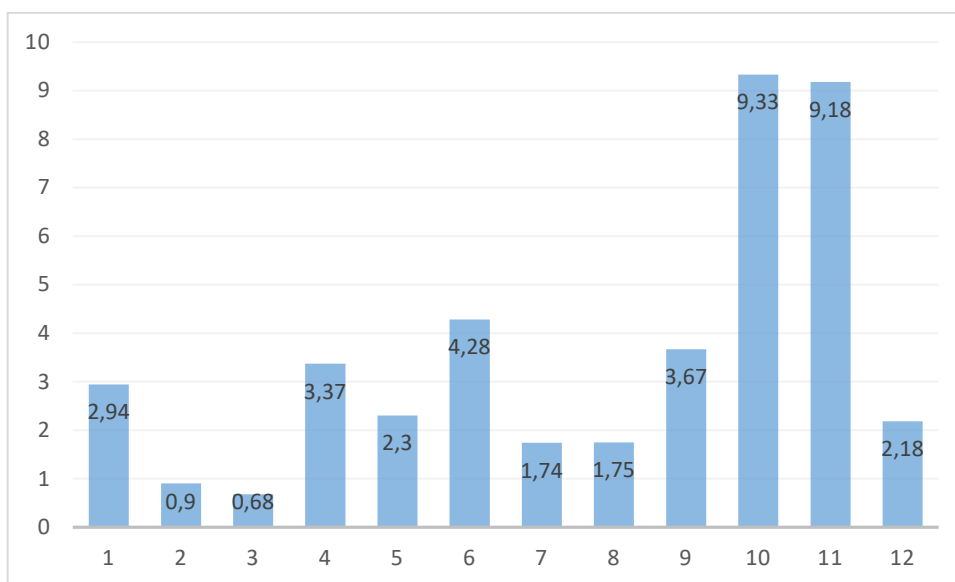


Рисунок 8 – Процентное отклонение между студентами 2 групп

Из рисунка 8 можно отметить, что отклонение между участниками, занимающими 10 и 11 позицию составляет 9,33 %, и 9,18 %. Отклонения между другими участниками эксперимента не превышают 5 %.

Выводы по третьей главе

В ходе исследования нами были отмечены следующие моменты:

1. Использование соревновательных элементов чемпионатов профессионального мастерства положительно сказывается на процессе обучения. Улучшается познавательная активность у студентов, каждый участник эксперимента стремится набрать максимальное количество баллов.
2. Улучшается умение «видеть» химический эксперимент, анализировать результаты исследования.

3. Использование соревновательных чемпионатов на лабораторном занятии способствует совершенствованию практических навыков у обучающихся по данной теме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ научной и методической литературы показал, что самым актуальным физико-химическим методом очистки является коагуляция и флокуляция. Коагуляция и флокуляция является эффективными методами очистки воды, которые позволяют добиться снижения органических и неорганических загрязнений. К достоинству коагуляции и флокуляции можно отнести – упрощённую технику использования и меньшие затраты производства. Благодаря этим качествам пробное коагулирование и флокулирование можно использовать на занятиях при подготовке студентов химического и биологического профиля педагогического вуза.

2. Изучение данной темы на занятиях по дисциплинам «Химия окружающей среды» и «Методика преподавания химии» может сформировать профессиональные умения и навыки как предметные, так и практические, заложенные программами дисциплин и необходимые современному учителю химии и биологии.

3. Предложены способы изучения физико-химических методов очистки воды в учебном процессе.

4. Определены результаты педагогического эксперимента, показывающие положительные итоги при изучении данной темы.

Одним из возможностей предметной образовательной среды при достижении профессиональных компетенций будущих учителей химии и биологии в изучении процессов очистки воды является использование современных педагогических технологий, таких как соревновательные чемпионаты профессионального мастерства. Данный способ организации занятия позволяет добиться неплохих результатов в освоении дисциплин и позволяют совершенствовать практические навыки.

Изучение физико-химических методов очистки воды и использование их в учебном процессе раскрывают сущность многих дисциплин естественнонаучного цикла, без которых невозможно

восстановить целостную картину мира. Способствуют развитию универсальных и профессиональных компетенций педагога, усиливая предметную составляющую, развивая гибкие умения и навыки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Адаев, И. А. Педагогический потенциал информационных технологий в профессиональной подготовке будущих учителей химии [Текст] / И. А. Адаев // Молодой ученый. – 2015. – №5. – С. 427–430.

2. Аксенов, В. И., Ушакова, Л. И., Ничкова, И. И. Химия воды. Аналитическое обеспечение лабораторного практикума [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / В. И. Аксенов, Л. И. Ушакова, И. И. Ничкова. – Саратов, Екатеринбург: Пофобразование, Уральский федеральный университет, 2019. – 137 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87898.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 15.11.19. – ISBN 978-5-4488-0381-9, 978-5-7996-2893-2.

3. Асмолов, А. Г. Психология личности. Культурно-историческое понимание развития человека [Текст] : учебник / А. Г. Асмолов. – Москва : Смысл, 2019. – 287 с.

4. Ахмадуллина, Ф. Ю. Реагентная очистка сточных вод от тяжелых металлов. Теоретические основы, материальные расчеты [Электронный ресурс] : учеб пособие // Ф. Ю. Ахмадуллина, Л. А. Федотова, Р. К. Закиров. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 92 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62263.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 20.12.19. – ISBN 978-5-7882-1819-9.

5. Бабкин, В. Ф. Химия воды и микробиология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к практическим занятиям / В. Ф. Бабкин, В. Н. Яценко, Е. П. Евсеев. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. – 97 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60719.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 12.11.19. – ISBN 978-5-89040-598-2.

6. Байсангурова, А. А. Роль учителя в XXI веке [Текст] / А. А. Байсангурова, Я. Н. Сариева, Х. Б. Ибрагимова // Сборник статей

международного научно-практического конкурса. – Пенза : Изд-во МЦНС «Наука и просвещение», 2018. – С. 252–256.

7. Бояркина, Ю. А. Метапредметный подход как основа освоения информационного образовательного пространства в условиях реализации стандартов второго поколения [Текст] / А. В. Бояркина // Региональное образование XXI века : проблемы и перспективы. – 2014. – № 1. – С. 49.

8. Белканова, М. Ю. Физико-химические основы очистки природных и сточных вод [Текст] : учеб. пособие / М. Ю. Белканова, В. В. Авдин, Т. Н. Рожкова. – Челябинск : ЮУрГУ, 2015. – 145с.

9. Бойкова, Ю. А. Учитель в современном мире: преподавание 21 века [Электронный ресурс] / Ю. А. Бойко // Педтехнологии : международный журнал. – 2016. – Режим доступа : https://www.pedt.ru/conference_notes/10, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения : 3.12.2019.

10. Васильева, Н. О. О совместимости понятийного аппарата образования, науки и профессиональной сферы в федеральных государственных образовательных стандартах [Текст] / Н. О. Васильева, И. В. Кротова // Образование и общество. – Москва, 2016. – № 1(94). – С. 10–17.

11. Вахрушева, Г. П. Ключевые профессиональные компетенции учителя-предметника [Текст] / Г. П. Вахрушева // Медиаобразование как средство воспитания личности. – 2018. – № 9. – С. 15–26.

12. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 460 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86614.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 25.12.19.

13. Внедрение профессионального стандарта педагога // Учительская газета: [сайт]. – 2017. – №43. – Режим доступа: <http://www.ug.ru/archive/72008>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 4.12.2019.

14. Внедрение профессионального стандарта педагога // Профстандартпедагога РФ: [сайт]. – 2020. – Режим доступа: <http://профстандартпедагога.рф/профстандарт-педагога/>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 14.12.2019.

15. Воронцова, Н. И. Использование инновационных технологий изучения биологии в школе в условиях реализации ФГОС общего образования [Текст] / Н. И. Воронцова, С. Ю. Липшева // Педагогические чтения в ННГУ: сб. науч. тр. / Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, Арзамасский филиал. – Нижний Новгород : Арзамас, 2015. – С. 586–593.

16. ГОСТ 18165-2014. Вода. Методы определения содержания алюминия: межгосударственный стандарт: дата введения 2016-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 24 с.

17. ГОСТ 31870-2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии: межгосударственный стандарт: дата введения 2014-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2013. – X, 48 с.

18. ГОСТ 31940-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов: межгосударственный стандарт: дата введения 2014-01-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 16 с.

19. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости: межгосударственный стандарт: дата введения 2014-01-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 13 с.

20. ГОСТ 31957-2012. Вода питьевая. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов: межгосударственный стандарт: дата введения 2014-01-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 26 с.

21. ГОСТ 33045-2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ: межгосударственный стандарт: дата введения 2016-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019. – VII, 20 с.

22. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации общего железа: межгосударственный стандарт: дата введения 1974-01-01 / Постановление Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 09.10.72. – Изд. официальное. – Москва : ИПК издательство стандартов, 2018. – 13 с.

23. ГОСТ 4245-72. Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов: межгосударственный стандарт: дата введения 1974-01-01 / Постановление Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 09.10.72. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 13 с.

24. ГОСТ 4974-2014. Вода питьевая. Методы определения марганца фотометрическим методом: межгосударственный стандарт: дата введения 2016-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 17 с.

25. ГОСТ Р 55684-2013. Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2015-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 27 с.

26. ГОСТ 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2018-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 18 с.

27. Демина, Е. В. Формирование экспериментально-исследовательской компетенции будущих учителей химии [Текст] / Е. В. Демина, Л. В. Панфилова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – № 4. – С. 1307–1310.

28. Драгинский, В. Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод [Текст]: науч. издание / В. Л. Драгинский, Л. П. Алексеева. – Москва, 2005. – 576 с.

29. Елистратова, Н. Н. Электронный учебник как средство и условие мультимедийного обучения в педагогике высшей школы [Текст] / Н. Н. Елистратова // Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. – 2010. – № 27. – С. 15–22.

30. Ивчатов, А. Л. Химия воды и микробиология [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Химия воды и микробиология» для студентов бакалавриата очной и заочной форм обучения направления подготовки 08.03.01 Строительство / А. Л. Ивчатов, Г. П. Варюшина. – Москва : Московский государственный строительный университет, 2016. – 40 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62640.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 13.11.2019. – ISSN 2227-8397.

31. Исламова, Л. С. Использование информационно-коммуникативных технологий на уроках как один из путей развития навыков 21 века [Текст] / Л. С. Исламова // Вестник современной науки. – 2015. – № 12. – С. 59–62.

32. Карелин, В. А. Водоподготовка. Физико-химические основы процессов обработки воды [Текст] : учебное пособие / В. А. Карелин // Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 97 с.

33. Кондаков, А. М. Концепции федеральных государственных образовательных стандартов общего образования [Текст] / А. М. Кондаков // Под ред. А. М. Кондакова, А. А. Кузнецова. – Москва : Просвещение, 2014. – 352 с.

34. Копина, Г. И. Химия воды [Электронный ресурс] : методические указания / Г. И. Копина, О. И. Кабргель. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. – 36 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74356.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 18.11.19.

35. Космодемьянская, С. С. Методика обучения химии [Текст] : учебное пособие / С. С. Космодемьянская, С. И. Гильманшина. – Казань: ТГГПУ, 2011. – 136 с. – ISBN 978-5-87730-582-3.

36. Котова, В. В. Химия и микробиология воды [Текст] : учеб. пособие / В. В. Котова, Г. А. Нестерова. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 320 с.

37. Косолапова, Л. А. Методика преподавания педагогики в высшей школе [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. А. Косолапова. – Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2016. – 144 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70639.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 12.12.19.

38. Крутская, Т. М. Физико-химические основы очистки воды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. М. Крутская, Н. В. Шальнева. – Новосибирск: Изд-во Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2018. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85866.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 26.12.19.

39. Кулагина, Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Кулагина, Л. В. Кулагина. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. – 364 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84150.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 20.12.19.

40. Лабораторный химический анализ // WorldSkills: [сайт]. – 2014. – Режим доступа : <https://worldskills.ru/nashi-proektyi/chempionaty-i-mezhvuzovskie-chempionaty-i-texnicheskaya-dokumentacziya/speczialisty,-zanyatyie-na-promy-ishlennom-proizvodstve/laboratornyij-ximicheskij-analiz.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 12.12.2019.

41. Латыпова, М. М. Методы и средства контроля качества воды окружающей среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. М. Латыпова. – Белгород : Изд-во Белгородский государственный технологический университет им. Шухова, 2017. – 121 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80424.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 27.12.19.

42. Латышенко, К. П. Методы и приборы контроля качества среды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К. П. Латышенко. – Саратов : Изд-во Вузовское образование, 2019. – 437 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/79645.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 23.12.19.

43. Линник, Л. И. Химия воды и микробиология [Текст] : конспект лекций / Л. И. Линник. – Новополюк : ПГУ, 2015. – 235 с. – ISBN 978-985-531-274-2.

44. Лихтанская, Е. В. Совершенствование педагогического мастерства учителей через самообразовательную деятельность – приоритетная задача методической службы [Текст] / Е. В. Лихтанская // Актуальные вопросы развития профессионализма педагогов в современных условиях. – Донецк : Истоки, 2018. – № 4. – С. 248–257.
45. Лиц, А. И. Творческая индивидуальность педагога как конкурентоспособное составляющее педагогической системы [Текст] / А. И. Лиц // Сборник докладов международной научно-практической конференции. – Тюмень : Изд-во ТГУ. – 2018. – № 4. – С. 108–111.
46. Методы и способы очистки воды // ENCE GmbH: [сайт]. – Режим доступа: https://oil-filters.ru/water_cleaning_methods/, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 20.12.2019.
47. Молодкина, Л. М. Методы очистки питьевых, природных и сточных вод [Текст] : учеб. пособие / Л. М. Молодкина. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2010. – 275 с. – ISBN 978-5-7422-2975-9.
48. Модель активной электронной библиотеки университета на основе сервиса опережения запроса // Научные и технические библиотеки: [сайт]. – 2019. – Режим доступа: <https://ntb.gpntb.ru/jour/article/view/429>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 25.12.2019.
49. Национальный проект «Образование» // Стратегия 24: [сайт]. – 2019. – Режим доступа: <https://edu.gov.ru/national-project>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 14.12.2019.
50. Никифаров, А. Ф. Физико-химические основы процессов очистки воды [Электронный ресурс] : учеб. пособие для СПО / А. Ф. Никифаров, А. С. Кутергин, И. Н. Липунов, И. Г. Первова, В. С. Семенищев. – Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. – 163 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78888.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 6.12.19.

51. Носова, Е. А. Профессиональные и личностные качества учителя, влияющие на эффективность обучения и воспитания [Электронный ресурс] / Е. А. Насонова // Международный образовательный портал: [сайт] – 2019. – Режим доступа: <https://www.maam.ru/detskijasad/-profesionalnye-i-lichnostnye-kachestva-uchitelja-vlijayuschie-na-yefektivnost-obuchenija-i-vospitanija.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 03.12.2019.

52. Окуловский, О. И. Компетенции и компетентностный подход в обучении [Текст] / О. И. Окуловский // Молодой ученый. – 2012. – №12. – С. 499–500.

53. Орлова, Т. Н. Химия природных и промышленных вод [Текст] : учеб. пособие / Т. Н. Орлова, Д. А. Базлов, В. Ю. Орлов // Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2013. – 120 с.

54. Профорентация с первого класса // МКРУ: [сайт]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.mk.ru/social/2020/01/22/putin-predlozhit-vvodit-proforientaciju-s-1-klassa-shkoly.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 15.01.2020.

55. Рассказова, Ж. В. К вопросу о соотношении понятий «компетенция» и «компетентность» [Текст] / Ж. В. Рассказова // Молодой ученый. – 2014. – №7. – С. 536–538.

56. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения с изменениями. – 2018. – 46 с.

57. Славинская, Г. В. Изменение качества природных вод в процессе обработки физико-химическими методами [Текст] / Г. В. Славинская, О. В. Куренков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета / Строительство и архитектура. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – №3. – С. 17–30.

58. Соловьев, М. Е. Компьютерная химия : для студентов и преподавателей [Текст] / М. Е. Соловьев, М. М. Соловьев. – Москва : Солон-Пресс, 2005. – 535 с.

59. Тихановская, Г. А. Химия [Текст] : учеб. пособие / Г. А. Тихановская, Л. М. Воропай, В. В. Кочетова. – Вологда : ВоГТУ, 2013. – 105 с.

60. Тихобаев, А. Г. Интерактивные компьютерные технологии обучения [Текст] / А. Г. Тихобаев // Вестник Томского государственного педагогического университета. – Томск : Томский государственный педагогический университет, 2012. – № 8. – С. 81–84.

61. Федеральный государственный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (далее соответственно – программа бакалавриата, направление подготовки) [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования: [сайт]. – 2016. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/8/1107>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 2.12.2019.

62. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) [Текст] / Министерство образования и науки Российской Федерации. – Москва : Просвещение, 2018. – 20 с.

63. Физико-химические методы очистки воды сточных вод [Электронный ресурс] // О воде net: [сайт]. – 2018. – Режим доступа: <https://o-vode.net/ochistka/stochnye/metody/fiziko-himicheskie>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 20.12.2019.

64. Физико-химические способы очистки воды [Электронный ресурс] // Cyberpedia: [сайт]. – Режим доступа: <https://cyberpedia.su/14x13088.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.11.2019.

65. Фильтры. Системы очистки [Электронный ресурс] // ENCE GmbH: [сайт]. – 2017. – Режим доступа: <https://oil-filters.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 26.11.2019.

66. Черниговская, Т: Мы какой мир детям подсунили? [Электронный ресурс] // Econet: [сайт]. – 2017. – Режим доступа: <https://econet.ru/articles/170943-tatyana-chernigovskaya-my-kakoy-mir-detyam-podsunuli>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 21.11.2019.

67. Шестакова, Л. Г. Вопросы методики преподавания в высшей школе [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Г. Шестакова, Т. А. Безусова. – Соликамск : Соликамский государственный педагогический институт, 2019. – 92 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86556.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 20.12.19.

68. Шкильменская, Н. А. Основные функции современных информационно-коммуникационных технологий в условиях гуманитаризации образования [Текст] / Н. А. Шкильменская // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. – 2008. — № 83. — С. 58–69.

69. Школьная библиотека – пространство формирования компетенций XXI века [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://xn--jlahfl.xn--p1ai/course/1894>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 25.11.19.

70. Щербакова, О. В. Формирование профессионально-субъектной позиции будущих педагогов в условиях гуманитарного колледжа [Текст] : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Щербакова Ольга Владимировна; науч. рук. О. Б. Акимова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург, 2017. – 24 с.

71. WorldSkills Russia: [сайт]. – 2014. – Режим доступа: <https://worldskills.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 11.12.2019.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема обработки воды

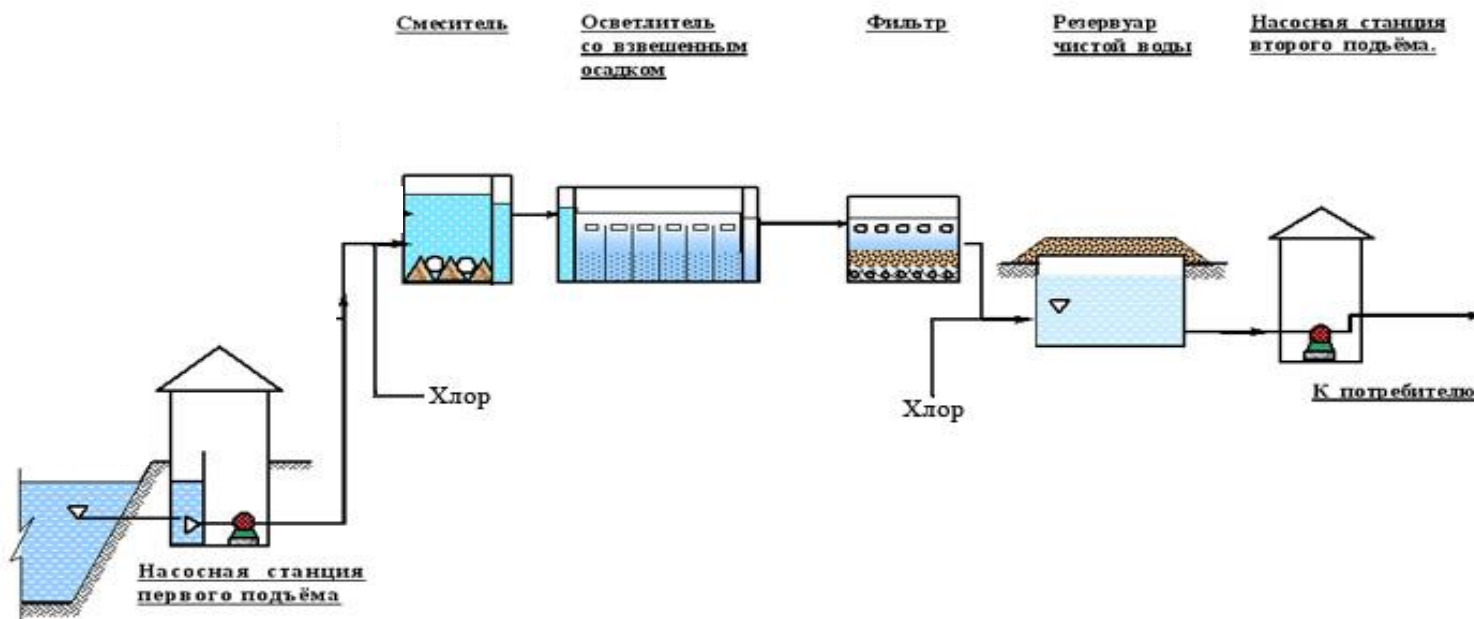


Рисунок 1.1 – Технологическая схема обработки воды

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Пробное коагулирование в лабораторных условиях



Рисунок 2.1 – Пробное коагулирование

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технология проведения пробного коагулирования

Пробное коагулирование проводится следующим образом: в несколько цилиндров наливается 500 см³ природной воды, далее дозируется реагент, перемешивается и выдерживается 30 мин. Контроль осаждения ведут через каждые 10 мин, наблюдая характер осаждения. После процесса отстаивания отбирают с верхнего слоя воды на расстоянии 10 мм пробу на определение мутности, отбор проводят пипеткой на 10 см³, в стаканчики. Пробы фильтруют в колбы на 250 см³ и определяют перманганатную окисляемость. Определение мутности проводят в пробах очищенной воды и исходной на спектрофотометре, длина волны при определении мутности должна составлять 530 нм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Очистка природной воды методом пробного коагулирования

Таблица 4.1 – Критерии оценки к выполнению задания по очистке природной воды методом пробного коагулирования

Ф. И. О. студента _____

	Основной блок	Критерии оценки	Описание критериев	Максимальный балл	Балл обучающегося
1	2	3	4	5	6
1	Охрана труда на рабочем месте	Работа со стеклянной посудой. Аккуратность при использовании	Проверка целостности и отсутствие боя	0,5	
		Организация рабочего места. Аккуратность при работе	Чистота рабочего места	0,4	
		Спецодежда	Использование спецодежды	0,5	
2	Подбор оборудования для проведения пробного коагулирования	Работа с методикой	Последовательность проведения работы	0,5	
		Правильный выбор посуды для анализа	Соответствие оборудование	0,6	
3	Техника выполнения задания	Техника выполнения работы пробного коагулирования, перемешивание	Выполнение задания	1,0	
		Определение показателей. Наличие хлопка.	Определение соответствующих характеристики	1,0	
		Использование спектрофотометра для определения мутности воды	Соблюдение требований по использованию оборудования, аккуратное обращение с кюветами, выставление нуля, аккуратное в определении показателя мутности	1,0	
4	Обработка, анализ и оформление полученных результатов	Обработка результатов исследования. Оформление протокола	Анализ полученных результатов исследования	2,25	
		Описание результатов определения мутности	Оформление записи	2,25	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Приготовление титрованного раствора перманганата калия

1. Приготовление раствора серной кислоты 1:3. В колбу налить 300 см³ дистиллированной кислоты и прилить раствор серной кислоты 100 см³. Раствор остудить.

2. Приготовление раствора перманганата калия 0,02 ммоль/дм³. Провести расчет для приготовления раствора на 1 дм³, по формуле (5.1):

$$m(\text{KMnO}_4) = C_{\text{H}}(\text{KMnO}_4) \cdot V \cdot M_{\text{Э}}(\text{KMnO}_4) / 1000 \quad (5.1),$$

где $C_{\text{H}}(\text{KMnO}_4)$ – молярная концентрация эквивалента раствора перманганата калия, ммоль/дм³;

V – объем колбы дм³,

$M_{\text{Э}}(\text{KMnO}_4)$ – молярная масса эквивалента перманганата калия, г/моль-экв.

Взвешиваем навеску на весах, переносим в колбу растворяем в дистиллированной воде, после растворения, доводим объем раствора до метки. Полученный раствор разбавляем в 10 раз, т.е. отбираем 100 см³ раствора мерной колбой и переносим в колбу объемом 1 дм³, доводим полученный раствор до метки дистиллированной водой. Концентрация должна соответствовать 0,002 ммоль/дм³.

Определение поправочного коэффициента раствора перманганата калия концентрацией 0,002 ммоль/дм³. В коническую колбу отбирают 100 см³ дистиллированной воды, затем прибавляют раствор щавелевой кислоты 0,005 ммоль/дм³ и 5 см³ раствора серной кислоты (1:3). Раствор нагревают до кипения и титруют раствором перманганата калия (0,002 ммоль/дм³) до слабо-розовой окраски.

Коэффициент рассчитывают по формуле (5.2):

$$K=10/V \quad (5.2),$$

где 10 – объем раствора щавелевой кислоты (0,005 ммоль/дм³), см³;

V – объем раствора перманганата калия (0,002 ммоль/дм³), см³.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Приготовление перманганата калия и определению коэффициента раствора

Таблица 6.1 – Критерии оценки к выполнению задания по приготовлению титрованного раствора перманганата калия

Ф. И. О. студента _____

	Основной блок	Критерии оценки	Описание критериев	Максимальный балл	Балл обучающегося
1	2	3	4	5	6
1	Охрана труда на рабочем месте	Работа со стеклянной посудой. Аккуратность при использовании	проверка целостности и отсутствие боя	0,2	
		Организация рабочего места. Аккуратность при работе	чистота рабочего места	0,1	
		Спецодежда	использование спецодежды	0,5	
		Работа с сухими веществами	аккуратность выполнения работы	0,2	
2	Подбор посуды и приготовление реактивов	Работа с нормативными документами	Последовательность проведения работы	0,2	
		Взвешивание сухих веществ	установка весов на ноль, техника переноса реактива	0,2	
		Правильный выбор посуды	Соответствие посуды	0,1	
		Отбор жидких веществ	использование промежуточной посуды, наличие воды в колбе	0,5	
		Растворение сухих веществ	перенос вещества в колбу, растворение вещества	0,5	
		Перемешивание	перемешивание	0,1	

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6
3	Организация рабочего места	Маркировка посуды	пипеток, колб	0,1	
		Подготовка рабочего места	наличие необходимых реактивов	0,1	
4	Техника выполнения задания	Подготовительный этап при работе с пипеткой	ополаскивание рабочим раствором, заполнение, отсутствие капель в верхней части, отсутствие пузырьков, вертикальная установка	1,0	
		Подготовительный этап при работе с установкой коэффициента	перемешивание в процессе титрования, добавление титранта в соответствии с требованиями, регистрация точки эквивалента	1,0	
		Определение коэффициента	определение коэффициента, соответствие требованиям проведения анализа, вертикальное положение пипетки, нахождение мениска	1,0	
5	Обработка, анализ и оформление полученных результатов	Обработка результатов правильность расчета	массы навески	1,2	
		Обработка результатов определения коэффициента, правильность выбора размерности, определение среднего показателя	расхождение результата не более чем на 0,05	1,2	
		Металогические характеристики	попадание в заданный интервал	0,9	
		Описание результатов определения коэффициента	оформление записи	0,9	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Определение степени очистки природной воды с помощью метода перманганатной окисляемости

Отбирают пробу воды после обработки 50 см³, доводят объем до 100 см³. Полученную воду переносят в коническую колбу на 250 см³, вносят несколько стеклянных шариков, приливают 5 см³ серной кислоты (1:3). Далее приливают 10 см³ раствора перманганата калия (0,002 ммоль/дм³). Смесь нагревают так, чтобы она закипела не позднее чем через 5 мин, кипятят 10 минут, закрыв стеклянной воронкой колбу. К горячему раствору вливают раствор щавелевой кислоты (0,005 ммоль/дм³) 10 см³ и обесцвеченную смесь титруют раствором перманганата калия (0,002 ммоль/дм³) до слабо-розовой окраски. Если в процессе кипячения проба воды потеряла окраску или побурела, то отбирают меньший объем воды.

Одновременно проводят холостое определение с тем же количеством реактивов, вместо пробы анализируемой воды берут дистиллированную воду. Расход перманганата калия при холостом определении не должен превышать 0,5 см³. Если расход раствора превышен, то проводят дополнительную очистку воды или посуды.

Обработка результатов анализа. Перманганатная окисляемость выражается в расчете на атомарный кислород мг/дм³, определяют по формуле (7.1):

$$X = (V_1 - V_2) \cdot K \cdot C \cdot 8 \cdot 5 \cdot 1000 \cdot K_p / V_{пр} \quad (7.1),$$

где V_1 – объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование исходной пробы воды, см³;

V_2 – объем раствора перманганата калия, пошедший на титрование холостого опыта, см³;

K – поправочный коэффициент к раствору перманганата калия;

C – концентрация раствора перманганата калия, равная 0,002 ммоль/дм³;

V – объем пробы воды взятый для анализа, см³;

K_p – коэффициент разбавления;

8 – атомарная масса кислорода;

5 – стехиометрический коэффициент.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Определение перманганатной окисляемости

Таблица 8.1 – Критерии оценки к заданию по определению перманганатной окисляемости

Ф. И. О. студента _____

	Основной блок	Критерии оценки	Описание критериев	Максимальный балл	Балл обучающегося
1	2	3	4	5	6
1	Охрана труда на рабочем месте	Работа со стеклянной посудой. Аккуратность при использовании	проверка целостности и отсутствие боя	0,36	
		Организация рабочего места. Аккуратность при работе	чистота рабочего места	0,25	
		Спецодежда	использование спецодежды	0,5	
2	Подбор посуды и приготовление реактивов	Работа с нормативными документами	последовательность проведения работы	0,3	
		Правильный выбор посуды	соответствие посуды	0,3	
		Подбор соответствующих реактивов для анализа	подбор реактивов	0,5	
3	Организация рабочего места	Маркировка посуды	пипеток, колб	0,2	
		Подготовка рабочего места	подготовка рабочего места к титрованию	0,1	
4	Техника выполнения задания	Подготовительный этап при работе с пипеткой	ополаскивание рабочим раствором, заполнение, отсутствие капель в верхней части, отсутствие пузырьков, вертикальная установка	1,5	
		Определение анализа	перемешивание в процессе титрования, добавление титранта в соответствии с требованиями, регистрация точки эквивалента	1,5	

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6
5	Обработка, анализ и оформление полученных результатов	Обработка результатов правильность расчета	выбор точки эквивалента при титровании	1,13	
		Обработка результатов определения коэффициента, правильность выбора размерности, определение среднего показателя	расхождение результата не более чем на 0,05	1,13	
		Металогические характеристики	попадание в заданный интервал	1,1	
		Описание результатов определения коэффициента	оформление записи	1,13	

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Процентное распределение результатов педагогического эксперимента по проведению пробного коагулирования

Таблица 9.1 – Проведение очистки природной воды методом пробного коагулирования

Участник	Результат 1 группы	Результат 2 группы
1	8,95	9,5
2	8,89	8,7
3	8,86	8,81
4	8,78	8,6
5	8,64	7,98
6	8,32	7,8
7	8,3	7,62
8	8,15	7,6
9	7,45	7,58
10	7,5	6,8
11	7,1	6,79
12	6,9	6,9

Процентное соотношение – сравнительная характеристика двух или более чисел, которая показывает:

- 1) Какую часть составляет одно число от другого числа;
- 2) На сколько процентов одно число будет больше (меньше) другого, чем другие числа.

Можно выделить два типа процентных соотношений:

1. Процентное соотношение двух чисел.
2. Процентное соотношение нескольких чисел.

Процентное соотношение элементов одного целого. Такой тип показывает структуру составных элементов какой-либо целой величины.

Процентное соотношение для каждого элемента находится по формуле (9.1):

$$X=N/N_1 \cdot 100 \quad (9.1),$$

Где N – это количество студентов в группе,

N₁ – это отдельное количество студентов набравших баллы в одном конкретном диапазоне.

Таблица 9.2 – Процентное распределение результатов педагогического эксперимента по проведению пробного коагулирования

	Процент студентов, набравших от 10,0 до 8,5	Процент студентов, набравших от 8,5 до 6,5
1 группа	41,67	58,33
2 группа	33,33	66,67