

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра аналитической химии и экспертизы

Авторы-составители: **Васянин Александр Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

ХИМИЯ ВОДЫ

Код УМК 51066

Утверждено
Протокол №1
от «01» сентября 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Химия воды

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **20.03.01** Техносферная безопасность

направленность Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Химия воды** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

20.03.01 Техносферная безопасность (направленность : Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)

ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования

ПК.7 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность (направленность: Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Строение воды и водных растворов

Современные теоретические представления о структуре воды, водных растворов и методах ее изучения.

Введение. Аномальные свойства воды

Введение: Обзор, цель и задачи курса. Основные понятия.

Аномальные свойства воды. Причины.

Строение и свойства молекулы воды

Строение молекулы воды: экспериментальные данные, свойства. Расчетные результаты.

Структура жидкой воды и методы ее исследования

Историографический обзор структурных представлений о строении жидкой воды: полиольные теории, представления Бернала и Фаулера, Полинга, О.Я.Самойлова, теория «мерцающих кластеров» Фрэнка и Вина. Структура жидкости: кривые радиальной функции распределения.

Роль структурных представлений в объяснении аномальных свойств жидкой воды.

Структура водных растворов электролитов и неэлектролитов. Водные двухжидкофазные системы

Представления Френка, Эванса, структурно-кинетическая теория О.Я.Самойлова. Структурные представления о водных растворах электролитов и неэлектролитов.

Гидратация. Космотропы и хаотропы. Ряды Гофмейстера.

Гидратация ионов и расслаивание в водных двухфазных системах.

Формирование состава природных вод

Процессы формирования состава природных вод. Равновесия вода-минерал и способы его описания.

Состав природной воды: основные компоненты, физико-химические свойства

Прямые и косвенные факторы формирования состава природных вод: география, климат, химический состав пород, геохимические процессы выветривания, растворения, выщелачивания, комплексообразования, седиментации и эвапорации.

Состав морской воды и ее вариации.

Неравномерность распределения изотопов воды в океане.

Классификация природных вод по составу. Процессы формирования природных вод

Основные компоненты природных вод: классификация по О.А.Алекину.

Ионные равновесия в природных водах и способы их расчета

Обобщенные способы расчетов ионных равновесий в водных растворах. Кислотно-основные свойства воды и их зависимость от ионного состава.

Моделирование состава природных вод.

Гидрогеохимические программы.

Карбонатное равновесие и его роль в формировании состава и свойств природных вод

Примеры расчетов модельных равновесия карбонатов в открытых и закрытых системах.

Роль карбонатного равновесия в регуляции рН, жесткости и щелочности природных вод.

Окислительно-восстановительные равновесия в природных водах и способы их расчета

Способы вычисления окислительно-восстановительных равновесий в природных водах. "Активность электрона" μ_e в водных растворах и редокс-потенциал воды E_h .

Примеры модельных расчетов: диаграммы E_h -рН (Пурбэ) для анализа

окислительно--восстановительных равновесий в природных водах, содержащих ионы железа. Диапазоны значений редокс-потенциала природных вод и соответствующие этим диапазонам окислительно-восстановительные пары.

Вопросы водопользования

Краткий обзор основных методов промышленной водоочистки и водоподготовки.

Категории водопользования

Классификация вод по их промышленному назначению. Характеристика требований, предъявляемых к каждой группе. Основные отличия в понятиях "качество воды" применительно к различным категориям водопользования.

Промышленная классификации вод по их назначению. Качество воды

Нормативно-правовые документы РФ, в которых вводятся понятия "категория водопользования", "питьевая вода", "качество воды"

Российские и международные нормативно-правовые документы, регламентирующие качество воды систем питьевого водоснабжения

Сравнительный обзор нормативных документов, регламентирующих качество питьевой воды:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.4.1175-02, СанПиН-2.1.4.1016-02, действующих на территории РФ;
2. National Primary and Secondary Drinking Water Standard (США);
3. Council Directive 98/83/EC (страны ЕС).

Сходства и отличия. Рекомендации ВОЗ по составу питьевой воды.

Водоподготовка и очистка сточных вод

Технологические процессы осветления воды: реагентная и безреагентная. Способы проведения реагентного осветления. Коагулянты и флокулянты. Химические процессы, протекающие в ходе коагуляции. Оптимальные условия проведения.

Способы обеззараживания: физические, химические. Достоинства и недостатки. Схемы проведения хлорирования и озонирования. Контроль процессов.

Кондиционирование воды. Необходимость и способы фторирования.

Водоподготовка в энергетической промышленности. Необходимость дополнительных процессов водоподготовки: способы умягчения, обессоливания и дегазации.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Шиян, Л. Н. Химия воды. Водоподготовка : учебное пособие / Л. Н. Шиян. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 83 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/34732.html>
2. Химия воды:методическое пособие и указания к лабораторным работам по спецкурсу/Пермский государственный национальный исследовательский университет, Министерство образования и науки Российской Федерации.-Пермь,2011.-45.-Библиогр.: с. 44
3. Никаноров А. М. Гидрохимия:учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Гидрология"/А. М. Никаноров.-Санкт-Петербург:Гидрометеиздат,2001, ISBN 5-286-01282-5.-444.- Библиогр.: с. 432-436
4. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы:[учеб. пособие]/М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой под ред. С. В. Калюжного.-М.:Мир,2006, ISBN 5-03-003771-3.-480.

Дополнительная:

1. Родники Перми:Качество и возможность использования подземных источников питьевого водоснабжения/Гос.комитет по охране окружающей среды Перм.обл.;Гл.ред.И.В.Гельфенбуйм,Редкол.:Н.В.Басов и др..-Пермь:Изд-во Перм.ун-та,1998, ISBN 5-8241-0182-7.-90.
2. Руководство по анализу воды: питьевая и природная вода, почвенные вытяжки/[сост.: В. В. Данилова и др. ; под ред. А. Г. Муравьева].-Санкт-Петербург:Крисмас+,2011, ISBN 978-5-894-95191-7.-2601.- Библиогр.: с. 251-257. - Алф. указ.: с. 258-261
3. Алекин О. А.,Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу вод суши/О. А. Алекин, А. Д. Семенов.-Ленинград:Гидрометеиздат,1973.-269.-Список лит.: с. 262 - 267 (114 назв.)
4. Зацепина Г. Н. Физические свойства и структура воды/Г. Н. Зацепина.-Москва:Изд-во Московского ун-та,1987.-176.
5. Эйзенберг Д.,Кауцман В. Структура и свойства воды:пер. с англ./Д. Эйзенберг, В. Кауцман ; пер. А. К. Шемелин ; ред. пер. В. В. Богородский.-Л.:Гидрометеиздат,1975.-280.-Библиогр.: 404 назв.
6. Соколов И. Ю. Таблицы и номограммы для расчета результатов химических анализов природных вод/И. Ю. Соколов.-Москва:Недра,1974.-160.
7. Синюков В. В. Структура одноатомных жидкостей, воды и водных растворов электролитов:Историко-химический анализ/В. В. Синюков ; ред. Ю. И. Соловьев.-Москва:Наука,1976.-256.-Библиогр. в конце гл. - Имен. указ.: с. 251-254
8. Лурье Ю. Ю.,Рыбникова А. И. Химический анализ производственных сточных вод/Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова.-Москва:Химия,1974.-336.
9. Драйвер Дж. Геохимия природных вод/Дж. Драйвер ; пер. с английского Л. Н. Баранов ; ред.: Г. А. Соломин, С. И. Смирнов.-Москва:Мир,1985.-440.-Библиогр.: с. 408-429. - Имен. указ.: с. 429-434. - Предм. указ.: с. 434-439

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Химия воды** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Программное обеспечение:

1. MS Office или его аналог для работы с презентациями и электронными таблицами.
2. Adobe Acrobat Reader или аналог для просмотра файлов в формате PDF.
3. Распространяемая бесплатно Геологической Службой США программа PHREEQC для расчета равновесий в водных растворах (http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/).

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные и практические занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Лабораторные занятия: «Лаборатория химии воды», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.
3. Групповые (индивидуальные) консультации: аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
4. Текущий контроль: аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
5. Самостоятельная работа: помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Химия воды**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>ЗНАТЬ: физико-химические основы современных методов водоподготовки и очистки сточных вод. УМЕТЬ: подобрать подходящий метод водоподготовки. ВЛАДЕТЬ: навыками расчетов параметров водоподготовки исходя из данных анализа воды</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает физико-химические основы современных методов водоподготовки и очистки сточных вод. Не умеет подобрать подходящий метод водоподготовки.</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет очень отрывочные знания физико-химические основы современных методов водоподготовки и очистки сточных вод. С помощью преподавателя может подобрать подходящий метод водоподготовки.</p> <p align="center">Хорошо Знает физико-химические основы современных методов водоподготовки и очистки сточных вод, однако допускает небольшие неточности в изложении. Умеет подобрать подходящий метод водоподготовки.</p> <p align="center">Отлично Знает физико-химические основы современных методов водоподготовки и очистки сточных вод. Умеет подобрать подходящий метод водоподготовки.</p>
<p>ПК.7 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации</p>	<p>Способен оценить безопасность воды по результатам проведенного анализа</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает нормативно-правовую документацию, регламентирующую аспекты безопасности водопользования. Не умеет интерпретировать результаты анализа, не владеет навыками его проведения</p> <p align="center">Удовлетворительн Плохо знает нормативно-правовую документацию, регламентирующую аспекты безопасности водопользования. В целом умеет интерпретировать результаты анализа, допуская ошибки, владеет навыками его</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>проведения</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает нормативно-правовую документацию, регламентирующую аспекты безопасности водопользования, но с небольшими пробелами в несущественной части. Умеет интерпретировать результаты анализа, допуская мелкие ошибки, владеет навыками его проведения</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает нормативно-правовую документацию, регламентирующую аспекты безопасности водопользования. Умеет интерпретировать результаты анализа, владеет навыками его проведения</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение. Аномальные свойства воды Входное тестирование	Знание основ аналитической и общей и неорганической химии
ПК.7 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Карбонатное равновесие и его роль в формировании состава и свойств природных вод Письменное контрольное мероприятие	Знание и умение расчета ионных равновесий
ПК.7 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Промышленная классификации вод по их назначению. Качество воды Письменное контрольное мероприятие	Знание основных методов химического анализа воды, умение применять их на практике
ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	Водоподготовка и очистка сточных вод Защищаемое контрольное мероприятие	Знание современных методов водоподготовки и очистки сточных вод

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение. Аномальные свойства воды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на расчёт рН слабой кислоты (амфолита)	4
Тест из вопросов на знание титриметрических и инструментальных методов	4
Решение задачи на расчёт рН буферной смеси	4
Решение задачи на расчёт рН насыщенного раствора труднорастворимого соединения	4

Карбонатное равновесие и его роль в формировании состава и свойств природных вод

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Оформлен отчет, включающий:- Постановку решаемой задачи.- Суть метода решения.- Текст использованной программы.- Решение в виде таблицы результатов и (при необходимости) - графика.- Вывод, отражающий общую суть полученного результата.При отсутствии одного или более перечисленных элементов, из результата вычитается по 2 балла за каждый пропущенный пункт.	12
Предоставлено решение задачи.	8

Промышленная классификации вод по их назначению. Качество воды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Присутствие на занятиях, выполнение всех предусмотренных программой лабораторных анализов	10
Оформленный отчет ("паспорт"), включающий следующие правильно заполненные элементы:Дату, место отбора образца анализируемой воды.Ионный состав с вычисленным балансом.Отдельные исследованные показатели.Ссылка СанПиН или другой нормативный документ, нормирующий исследуемые показатели воды.Значения исследуемых показателей (ПДК) из СанПиНа.Вывод о соответствии образца воды нормативному документу	10
Общая точность выполнения анализов: Разность экспериментального определения сухого остатка и расчета минерализации:До 1% - 5 балловДо 2% - 4 баллаДо 5% - 3 баллаДо 10% - 2 баллаДо 20% - 1 баллБолее 20% - 0 балловОбщая точность выполнения	10

<p>анализов: Невязка ионного баланса: До 1% - 5 баллов До 2% - 4 балла До 5% - 3 балла До 10% - 2 балла До 20% - 1 балл Более 20% - 0 баллов</p>	
<p>Лабораторный журнал. Критерии оценивания: Наличие всех экспериментальных данных (результаты отдельных измерений, титрований, концентрации рабочих растворов и т.д.) - до 4 баллов Наличие расчетных формул и результатов - до 3 баллов. Аккуратность оформления - до 3 баллов</p>	10

Водоподготовка и очистка сточных вод

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Оценивание реферата производится по следующим критериям: 1. Объем работы: 15-20 листов А4 без учета титульного листа, оглавления и списка литературы. 2. Общее оформление: наличие титульного листа, оглавления, ссылок на литературу по тексту, библиографического списка обязательно. Реферат, оформленный с нарушением правил не рассматриваются. За общую небрежность при оформлении (отсутствие индексов в формулах, ошибки распознавания, отсутствующая нумерация рисунков, таблиц или страниц, плохое качество сканированных рисунков и т.д.) оценка может быть снижена максимум на 8 баллов. 3. Источники информации. Не менее 5. Ссылки на интернет-источники возможны только в случае, если они представляют собой онлайн-версию журнала или монографии. В обоих случаях это должно быть реферируемое издание. Требование обязательно к выполнению. 4. Актуальность информации. Ссылки на работы более чем 20-летней давности не принимаются. 5. При оценивании материала учитывается как глубина проработки, так и логичность и последовательность изложения, сделанные выводы.</p>	30