

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Гидрохимия»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Гидрохимия» являются: ознакомление студентов с научными знаниями в области химии природных вод, теоретическими основами гидрохимии, вопросами региональной гидрохимии; изучение химического состава природных вод и факторов формирования их химического состава, рассмотрение основ гидрохимии рек и озер, получение представлений о методах гидрохимических исследований и применении физико-химических методов анализа с целью осуществления контроля за качеством потребляемой воды с применением базовых представлений об основах общей, системной и прикладной экологии, принципов оптимального природопользования и охраны природы.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидрохимия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, дисциплины по выбору. Гидрохимия предусматривает изучение процессов формирования химического состава атмосферных осадков, подземных вод, озер, рек, водохранилищ, методов химического анализа с использованием аналитических методик и методологии исследования природных вод, вопросов рационального использования и охраны природных вод от загрязнения в условиях антропогенного воздействия.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1</b> Способен применять методы отбора проб, исследования природных образцов, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации.	<b>ПК-1.1</b> Использует основные методы экологической и водной токсикологии, оценки гидрохимических и радиационных параметров, диагностики и контроля объектов окружающей среды для оценки и контроля экологической ситуации.	<b>Знать:</b> - методы пробоотбора, пробоподготовки, консервации проб; - методы химического анализа природных вод: химические и физико-химические. <b>Уметь:</b> - осуществлять физико-химический анализ природных вод; - систематизировать и классифицировать полученные данные на основании нормативных требований; - проводить гидрохимические исследования водных объектов. <b>Владеть навыками:</b> - проведения гидрохимического анализа различных типов природных вод; - использования методов химического анализа природных вод и

		гидрохимических исследований водных объектов; - использования методов обработки и анализа опытных данных и представления результатов гидрохимического анализа.
	<b>ПК-1.2</b> Применяет знания и навыки подготовки научной документации и отчетов, получает, обрабатывает и систематизирует данные производственных, полевых и лабораторных наблюдений и измерений, представляет и защищает результаты решения профильных научно-исследовательских задач.	<b>Знать:</b> - основы подготовки научной документации и отчетов; - профильные научно-исследовательские задачи. <b>Уметь:</b> - применять знания по обработке и систематизации данных производственных, полевых и лабораторных наблюдений и измерений. <b>Владеть навыками:</b> - подготовки научной документации и отчетов, обработки данных производственных, полевых и лабораторных наблюдений и измерений.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Гидрохимия как наука. Водная оболочка земли	5	1					4	Задания для самостоятельной работы.
2	Вода и ее свойства. Строение молекулы воды. Физические и химические свойства воды. Аномальные свойства воды	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы.
3	Физико-химическая характеристика природных вод. Химический состав природных вод и факторы их	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы. Самостоятельная работа №1

	формирования								
4	Классификация природных вод по классам, группам и типам по О.А. Алекину	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы.
5	Главные ионы (макроэлементы)	5		1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы.
6	Растворенные газы	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы.
7	Биогенные вещества	5	1	1		0,5		10	Задания для самостоятельной работы. Самостоятельная работа №2
8	Микроэлементы	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
9	Гидрохимические исследования. Хлориды в природных водах	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
10	Гидрохимические исследования. Сульфаты	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
11	Гидрохимические исследования. Аммиак, нитриты и нитраты. Нитрификация и денитрификация	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы. Самостоятельная работа №3
12	Гидрохимические исследования. Формы угольной кислоты. Кондуктометрическое определение гидрокарбонат-иона	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
13	Методы исследования природных вод: химические, электрохимические, спектральные, хроматографические.	5	1			0,5		5	Задания для самостоятельной работы
14	Показатели качества природных вод. Температура, вкус, запах. Водородный показатель	5		1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
15	Показатели качества природных вод. Цветность. Шкалы цветности. Фотометрический метод определения цветности	5	1	1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
16	Показатели качества природных вод. Мутность. Фотометрический метод определения мутности.	5		1		0,5		5	Задания для самостоятельной работы
17	Показатели качества	5	1	1		0,5		5	Задания для

	природных вод. Перманганатная окисляемость								самостоятельной работы
18	Фотометрическое определение катиона алюминия в природных и водопроводных водах	5	1	1				5	Задания для самостоятельной работы.
19	Фотометрическое определение катиона железа в природных и водопроводных водах	5	1					5	Задания для самостоятельной работы.
			<b>16</b>	<b>16</b>			<b>0,3</b>	<b>4,7</b>	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>103,7</b>	

#### 4.1. Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки.

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Вода и ее свойства. Строение молекулы воды. Физические и химические свойства воды. Аномальные свойства воды	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Физико-химическая характеристика природных вод. Химический состав природных вод и факторы их формирования	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Классификация природных вод по классам, группам и типам по О.А. Алекину	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Главные ионы (макроэлементы)	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Растворенные газы	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ

6	Биогенные вещества	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Микроэлементы	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Гидрохимические исследования. Хлориды в природных водах	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
9	Гидрохимические исследования. Сульфаты	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
10	Гидрохимические исследования. Аммиак, нитриты и нитраты. Нитрификация и денитрификация	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
11	Гидрохимические исследования. Формы угольной кислоты. Кондуктометрическое определение гидрокарбонат-иона	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
12	Показатели качества природных вод. Температура, вкус, запах. Водородный показатель	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
13	Показатели качества природных вод. Цветность. Шкалы цветности. Фотометрический метод определения цветности	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
14	Показатели качества природных вод. Мутность. Фотометрический метод определения мутности.	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
15	Показатели качества природных вод. Перманганатная окисляемость	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
16	Фотометрическое определение катиона алюминия в природных и водопроводных водах	5		1					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>Итого</b>			<b>16</b>					

## Содержание разделов дисциплины:

### **1. Введение. Гидрохимия как наука. Водная оболочка Земли.**

Место гидрохимия в системе наук о Земле. Теоретическое и прикладное значение гидрохимии. Важнейшие проблемы гидрохимии на современном этапе и перспективы развития науки. Объекты и методы исследований.

### **2. Вода и ее свойства. Строение молекулы воды. Физические и химические свойства воды. Аномальные свойства воды.**

Состав воды, изотопные разновидности воды, их распространенность, участие в природных процессах. Строение молекулы воды. Уникальные свойства воды.

**3. Физико-химическая характеристика природных вод. Химический состав природных вод и факторы их формирования.** Основные ионы, содержащиеся в наибольшем количестве (ионы натрия, калия, кальция, магния, сульфаты, карбонаты, хлориды, гидрокарбонаты). Растворенные газы ( $N_2$ ,  $O_2$ , оксид углерода  $CO_2$ , сероводород  $H_2S$  и др. Биогенные элементы (соединения фосфора, азота, кремния). Микроэлементы (соединения всех остальных химических элементов). Органические вещества.

### **4. Классификация природных вод по классам, группам и типам по О.А. Алекину.**

Графическое изображение природных вод. Треугольник Ферре, квадрат Толстихина, график Роджерса. Определение главных анионов: сульфатов, хлоридов в природных водах. Источники поступления в воды, методы определения.

**5. Главные ионы (макроэлементы).** Макрокомпоненты химического состава воды, ионы некоторых металлов и их водорастворимые соединения. Органические загрязнители (вещества 1-2 класса опасности, нефтепродукты, фенолы), неорганические токсиканты (соли тяжелых металлов, цианиды). «Сильные токсиканты» (полихлорифенилы, диоксины и т.д.). Макрокомпоненты – главные минеральные компоненты природных вод. Минерализация воды и главные ионы. Анионо- и катионогенные источники минеральных веществ. Органическое вещество в природных водах и их основные типы.

**6. Растворенные газы.** Кислород, азот, двуокись углерода, сероводород и др. Растворенные газы в природных водах. Источники поступления и виды газов в природных водах. Растворимость газов. Закон Генри-Дальтона. Растворимый кислород в природных водах. Экологическое значение. Пространственная и структура содержания и динамика во времени. Процессы, оказывающие влияние на содержание кислорода в воде. Углекислый газ в природных водах. Формы угольной кислоты в природных водах. Определение разных форм угольной кислоты гидрокарбонатов по программе L-Micro.

**7. Биогенные вещества.** Биогенные вещества и элементы. Классификация и роль в процессах жизнедеятельности в водоемах. Азот в природных водах. Качественные реакции на катион аммония, нитрит-ион, нитрат-ион. Соединения азота. Процессы нитрификации и денитрификации. Бактерии нитрифицирующие и денитрифицирующие. Определение различных форм азота. Биогенные элементы – (биогены) элементы, входящие, в значительных количествах, в состав живых организмов. (азот, фосфор, сера, железо, кальций, магний, калий и др.).

**8. Микроэлементы.** Минеральный состав питьевой воды. Микроэлементы и их предельно допустимые концентрации. Определение минерализации. Сухой остаток и жесткость.

**9. Гидрохимические исследования. Хлориды в природных водах.** Хлорид-ионы. Источники хлорид-ионов в воде. Хлориды и их свойства. Кальциевые, магниевые и натриевые хлориды. Происхождение хлоридов в воде – природные источники.

**10. Гидрохимические исследования. Сульфаты.** Сульфаты. Их содержание в поверхностных водах. Химические процессы растворения и выветривания минералов, содержащих серу, и процессы окисления серы и сульфидов.

**11. Гидрохимические исследования. Аммиак, нитриты и нитраты. Нитрификация и денитрификация.** Минеральный азот в природных водах. Аммиак, соли аммония, нитриты и нитраты. Процессы биохимической деградации белковых веществ,

дезаминирования аминокислот, разложения мочевины под действием уреазы. Предельно допустимые концентрации.

**12. Гидрохимические исследования. Формы угольной кислоты. Кондуктометрическое определение гидрокарбонат-иона.** Карбонатная система в кислотном-основном равновесии природных вод.

**13. Методы исследования природных вод: химические, электрохимические, спектральные, хроматографические.**

Определение физических и физико-химических свойств веществ в аналитических целях. Физико-химические методы анализа. Их характеристики: чувствительность, экспрессность, универсальность, экономичность. Недеструктивный анализ. Автоматизация.

**14. Показатели качества природных вод. Температура, вкус, запах. Водородный показатель.**

Температура. Органолептические показатели. Характеристика вод по интенсивности запаха. Запахи естественного и искусственного происхождения. Вкус и привкус. Характеристика вод по интенсивности вкуса. Водородный показатель рН.

**15. Показатели качества природных вод. Цветность. Шкалы цветности. Фотометрический метод определения цветности.**

Показатели качества воды. Интенсивность окраски. Платино-кобальтовая шкала. Причины цветности природных вод.

**16. Показатели качества природных вод. Мутность. Фотометрический метод определения мутности.**

Мутность воды. Качественное и количественное определение. Единицы мутности. Пределы измерений.

**17. Показатели качества природных вод. Перманганатная окисляемость.**

Окисляемость: перманганатная, бихроматная, иодатная, цериевая. Единицы измерения.

Пределы значений. Зависимость величины окисляемости природных вод.

**18. Фотометрическое определение катиона алюминия в природных и водопроводных водах.** Алюминий, его свойства, влияние на качество воды. Источники в природных водах. Методы определения.

**19. Фотометрическое определение катиона железа в природных и водопроводных водах.** Железо, его свойства, влияние на качество воды. Источники в природных водах. Методы определения. Высокое содержание железа в поверхностной и питьевой воде.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.



**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Гидрохимия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Орлова Т.Н., Базлов Д.А., Орлов В.Ю. Химия природных и промышленных вод. Учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2013. 118 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130316.pdf>
2. Рублева И.М., Кострова Ю.М. Индивидуальные контрольные задания по гидрохимии. Ярославль: ЯрГУ, 2000. 20 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20000306.pdf>

##### **б) дополнительная литература**

1. Химическая и биологическая очистка природных и сточных вод / Сост. И.М. Рублева, Ю.М. Кострова. Ярославль: ЯрГУ, 2004. 31 с.
2. Всевожский В.А. Основы гидрогеологии. М.: Изд-во МГУ, 2007. 448 с.

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент  
института фундаментальной  
и прикладной химии, к.х.н.



Т.Н. Орлова

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

*(данные задания выполняются студентом самостоятельно  
и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)*

**Задания по теме № 1 «Введение. Гидрохимия как наука. Водная оболочка земли.»:**

1. Объяснить основные понятия гидрохимии.
2. В чем состоит теоретическое значение гидрохимии.

**Задания по теме № 2. Вода и ее свойства. Строение молекулы воды. Физические и химические свойства воды. Аномальные свойства воды.**

1. Строение молекулы воды. Аномальные свойства воды при 4 °С.
2. Химические свойства воды.

**Задания по теме № 3. Физико-химическая характеристика природных вод. Химический состав природных вод и факторы их формирования.**

1. На какие группы подразделяют основные химические компоненты природных вод? Дайте краткую характеристику каждой группе.
2. Какие основные естественные и антропогенные процессы, обуславливающие физические свойства и химический состав природных вод?

**Задания по теме № 4. Классификация природных вод по классам, группам и типам по О.А. Алекину.**

1. Как классифицируются природные воды по классам, группам и типам?
2. Для гидрохимического состава воды характерно такое соотношение в ионном составе:  
 $Cl^- \rightarrow Na^+$

К какому типу (по Алекину) относятся эти воды и какие это природные воды?

**Задания по теме № 5. Главные ионы (макроэлементы).**

1. Перечислите главные ионы в природных водах.
2. Назовите главные источники поступления в природных водах.

**Задания по теме № 6. Растворенные газы.**

1. Назовите процессы, оказывающие влияние на содержание кислорода в воде.
2. Углекислый газ в природных водах. Формы угольной кислоты в природных водах.

**Задания по теме № 7. Биогенные вещества.**

1. Основные источники появления в природной воде  $NH_4^+$ .
2. Как при исследовании поверхностных вод по соотношению содержания в них аммиака, нитритов и нитратов можно судить о времени загрязнения воды?

**Задания по теме № 8. Микроэлементы.**

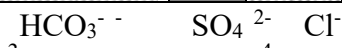
1. Что относится к микроэлементам?
2. К микроэлементам относятся железо, медь, цинк, марганец, йод, селен, кобальт и еще около 40 других элементов. Как их делят условно?

**Задания по теме № 9. Гидрохимические исследования. Хлориды в природных водах.**

1. Методы определения хлорид-ионов в воде.
2. Главные источники поступления хлоридов.

### Задания по теме № 10. Гидрохимические исследования. Сульфаты.

Укажите, какие соли присутствуют в воде.



2. Методы определения сульфатов в воде.

### Задания по теме № 11. Гидрохимические исследования. Аммиак, нитриты и нитраты. Нитрификация и денитрификация.

1. С помощью каких бактерий осуществляется процесс нитрификации и денитрификации?
2. Что определяют в воде реактивом Несслера?

### Задания по теме № 12. Гидрохимические исследования. Формы угольной кислоты. Кондуктометрическое определение гидрокарбонат-иона.

1. Почему так важно изучать карбонатную систему в воде?
2. Особенности изучения кондуктометрического определения гидрокарбонат-иона.

### Задания по теме № 13. Методы исследования природных вод: химические, электрохимические, спектральные, хроматографические.

1. Спектральные методы подходят для изучения...
2. В каком случае эффективен электрохимический метод инверсионной вольтамперометрии?

### Задания по теме № 14. Показатели качества природных вод. Температура, вкус, запах. Водородный показатель.

1. Как объяснить это выражение  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ?
2. Как рассчитать водородный показатель?

### Задания по теме № 15. Показатели качества природных вод. Цветность. Шкалы цветности. Фотометрический метод определения цветности.

1. Чем обусловлена цветность природных вод?
2. Цветность природных вод истинная и кажущаяся.

### Задания по теме № 16. Показатели качества природных вод. Мутность. Фотометрический метод определения мутности.

1. Качественное определение мутности.
2. Стандарты, применяемые в методиках по определению мутности.

### Задания по теме № 17. Показатели качества природных вод. Перманганатная окисляемость.

1. Что показывает показатель перманганатная окисляемость?
2. В каком случае применяется перманганатная окисляемость, в каком бихроматная?

### Задания по теме № 18. Фотометрическое определение катиона алюминия в природных и водопроводных водах.

1. Чем обусловлена повышенная концентрация алюминия в воде?
2. Что выступает природным источником металла?

### Задания по теме № 19. Фотометрическое определение катиона железа в природных и водопроводных водах.

1. На что указывает высокое содержание железа в поверхностных водах?
2. Стандартные методики определения катионов железа (III) в природных водах?

### Правила выставления оценки по результатам выполнения заданий для самостоятельной работы:

Оценка заданий по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

- правильно выполненное задание – 2 балла;
- задание выполнено с незначительными ошибками – 1 балл;
- задание выполнено неправильно или содержит существенные ошибки – 0 баллов.

Набранное количество баллов 4 соответствует оценке «отлично», 3 балла – оценке «хорошо», 2 балла – оценке «удовлетворительно», 1 и менее баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

### **Самостоятельная работа № 1**

*(проверка сформированности ПК-1, индикатор ИД-ПК-1.1, ИД-ПК-1.2  
(в части умений определения гидрохимических показателей))*

#### **Примеры заданий:**

##### **Вариант №1**

1. Качественная реакция на катион аммония.
2. Графическое изображение природных вод. Треугольник Ферре. Сульфатные воды (выбор точки).
3. Жесткость воды. Постоянная жесткость. Классификация жесткости.
4. Приготовить раствор дихромата калия для определения концентрации тиосульфата натрия. Молярная концентрация эквивалента дихромата калия равна 0,01 моль-экв/ л, объем колбы равен 500 мл.
5. Приготовить раствор серной кислоты 0,05 моль-экв/ л из концентрированного раствора в колбе на 100 мл.

##### **Вариант №2**

1. Качественная реакция на нитрит-ион.
2. Графическое изображение природных вод. Треугольник Ферре. Карбонатные воды (выбор точки).
3. Жесткость воды. Временная жесткость. Устранение временной жесткости.
4. Приготовить раствор тиосульфата натрия для определения йода. Молярная концентрация эквивалента тиосульфата натрия равна 0,05 моль-экв/л, объем колбы равен 200 мл.
5. Приготовить раствор соляной кислоты 0,1 моль-экв/ л из концентрированного раствора (32%) в колбе на 50 мл.

##### **Вариант №3**

1. Качественная реакция на нитрат-ион.
2. Графическое изображение природных вод. Треугольник Ферре. Хлоридные воды (выбор точки).
3. Щелочность воды.
4. Приготовить раствор тиосульфата натрия для определения йода. Молярная концентрация эквивалента тиосульфата натрия равна 0,02 моль-экв/ л, объем колбы равен 100 мл.
5. Приготовить раствор соляной кислоты 0,01 моль-экв/ л из концентрированного раствора (30%) в колбе на 100 мл.

##### **Вариант №4**

1. Физико-географические условия формирования химического состава природных вод (выборка).
2. Графическое изображение природных вод. Квадрат Толстихина.
3. Минерализация воды.
4. Приготовить раствор дихромата калия для определения концентрации тиосульфата натрия. Молярная концентрация эквивалента дихромата калия равна 0,2 моль-экв/ л, объем колбы равен 1000 мл.

5. Приготовить раствор серной кислоты 0,1 моль-экв/ л из концентрированного раствора (96% ): в колбе на 250 мл.

### **Вариант №5**

1. Нитрификация и денитрификация природных вод.
2. Графическое изображение природных вод. Треугольник Ферре. Хлоридные воды (выбор точки).
3. Кислотность природных вод.
4. Приготовить раствор тиосульфата натрия для определения йода. Молярная концентрация эквивалента тиосульфата натрия равна 0,2 моль-экв/ л, объем колбы равен 500 мл.
5. Приготовить раствор соляной кислоты 0,1 моль-экв/ л из концентрированного раствора (27%) в колбе на 250 мл.

#### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы №1:

Оценка по результатам самостоятельной работы №1 считается в баллах по следующему принципу:

правильно выполненные

- задание № 1, № 2 – 1 балл;
- задание № 3 – 2 балла;
- задание №4, №5 – 3 балла.

Полностью неправильно выполненное задание – 0 баллов.

Максимальное количество баллов по итогам самостоятельной работы – 10 баллов,

Набранное количество баллов от 9-10 соответствует оценке «отлично», 7-8 баллов – оценке «хорошо», 5-6 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 5 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

### **Самостоятельная работа № 2**

*(проверка сформированности ПК-1, индикатор ИД-ПК-1.1)*

*(в части умений определения основных гидрохимических показателей в природных водах)*

#### **Примеры заданий:**

##### **Вариант №1:**

1. Объяснить основные понятия гидрохимии.
2. Дать физико-химическую характеристику природных вод.
3. Химический состав природных вод. Классификация по О.А.Алекину.
4. Характеристика природных вод по классам, группам, типам.
5. Изобразить графически предлагаемый состав природных вод с помощью треугольника Ферре, графика Роджерса и квадрата Толстихина.

##### **Вариант №2:**

1. Определение кислорода в воде природной и водопроводной по методу Винклера.
2. Определение сульфатов. Объяснить определение выделившегося йода, каким образом это связано с сульфатами. Что такое кислотные дожди.
3. Гидрохимический режим рек и факторы, его определяющие. Гидрохимические типы режима рек (классификация О.А.Алекина).

4. Гидрохимия озер и водохранилищ. Пресные, солоноватые и соляные (минеральные) озера, зональность их распространения.
5. Определение гидрокарбонатов, хлоридов по программе “L-Micro”.

### Вариант №3

1. Условия формирования и гидрохимические характеристики речных вод.
2. Почему используется метод Мора для определения хлоридов в природной воде.
3. Зависимость химического состава речных вод от расхода воды, ее типы и генетический анализ.
4. Роль различных факторов в формировании их химического состава и гидрохимического режима.
5. Особенности проведения методики для определения нитратов, нитритов, катиона аммония.

#### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы №2:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

- правильно выполненное задание – 3 балла;
- при выполнении задания правильное определение показателя качества воды, правильно выбраны методики определения цветности, мутности, нитратов, нитритов и т.д., но имеются ошибки в точности методик – 2 балла;
- при выполнении задания правильное определение показателя качества воды, правильно выбраны методики определения цветности, мутности, нитратов, нитритов и т.д., но нет объяснения как выполняются методики и с применением каких стандартов – 1 балл;
- при выполнении задания нет правильных определений показателей качества воды, ошибки в выбранных методиках определения цветности, мутности, нитратов, нитритов и т.д. - 0 баллов.

Набранное количество баллов 12-15 соответствует оценке «отлично», 9-11 баллов – оценке «хорошо», 7-8 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 7 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

### Самостоятельная работа № 3

*(проверка сформированности ПК-1, индикатор ИД-ПК-1.1, индикатор ИД-ПК-1.2 в части практического применения и решения гидрохимических задач природных вод)*

### Вариант №1

1. Выберите правильный ответ.

Укажите порядок распределения главных анионов для соленых озер:



3  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$ . 4 (2 балла) 3

4 3

2. Дополните:

Слоистое строение морской, озерной, речной и другой водной массы, обусловленное различными физико-химическими свойствами слоев (температура, плотность, химический состав и т.д.), называется (1 балл)

3. На графике Роджерса показан химический состав воды:  $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Na}^+$   $\text{Mg}^{2+}$



--	--	--

Укажите, какие соли присутствуют в воде. (2 балла)

### Вариант №2

1. Укажите порядок распределения главных катионов для соленых озер:  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ + K^+$ ;  $Mg^{2+} > Na^+ + K^+ > Ca^{2+}$ ;  $Na^+ + K^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$  (2 балла)

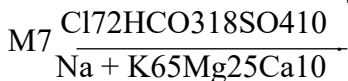
2. О.А. Алекиным предложена следующая классификация природных вод по минерализации: - до 1‰; - 25 – 50‰; - 250 – 300‰; - 1 – 25‰; - выше 50‰. Назовите воды соответствующей минерализации (2 балла)

3. Выберите правильный ответ:

Общая щелочность воды обусловлена наличием:  $Ca^{2+}$ ;  $HCO_3^-$ ;  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ;  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$  (1 балл)

### Вариант №3

1. Химический состав воды записан с помощью формулы Курлова:



К какой группе и типу (по Алекину) относятся природные воды данного химического состава (2 балла)

2. Установите принадлежность природных вод соответствующим гидро- химическим классам:

- гидрокарбонатные;                      а) моря, океаны, подземные воды;
- сульфатные; воды;                      б) маломинерализованные реки, озера, водохранилища;
- хлоридные.                                      в) промежуточный тип (2 балла)

3. Дополните: Стратификация – это... (1 балл)

Показатели и критерии,  
используемые при выставлении оценки самостоятельной работы № 3:

Показатели	Критерии
Определение гидрохимических показателей природных вод.	1. Знания основных терминов гидрохимии; 2. Знания основных показателей природной воды: класс, группа, тип и т.д. 3. Выбор пределов гидрохимических показателей.
Выполнение вычислений	4. Основные формулы в гидрохимии. 5. Графическое изображение природных вод.
Анализ полученного результата	6. Отнесение природных вод к тому или иному классу, типу. 7. Определение границ применимости результата при сравнении с ПДК нитратов, нитритов, катиона аммония, хлоридов, сульфатов и т.д.



### Правила выставления оценки по результатам самостоятельной работы №3:

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по каждому заданию по следующему принципу:

Оценивается выполнение каждого критерия: 0 баллов – полное отсутствие критерия; 1 балл – частичное выполнение критерия; 2 балла – полное выполнение критерия.

Максимальное количество баллов за работу – 5.

Набранное количество баллов 5 соответствует оценке «отлично», 4 балла – оценке «хорошо», 3 балла – оценке «удовлетворительно», менее 3 баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения и навыки на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

*На зачете проверяется сформированность компетенции ПК-1, (индикатор ИД-ПК-1.1 и индикатор ИД-ПК-1.2 в части определения гидрохимических показателей природных вод и выполнения задач гидрохимии).*

1. Определение гидрохимии (по О.А. Алекину и современное).
2. К какому циклу наук относится гидрохимия?
3. Какие аномальные свойства воды имеют важное экологическое значение?
4. Как протекает процесс растворения.
5. От чего зависит растворимость солей в воде?
6. В чем важность гидролиза в природных водах?
7. Какие типы гидролиза наиболее характерны для природных вод
8. Что такое водородный показатель.
9. Перечислить главные ионы природных вод.
10. Перечислить биогенные вещества природных вод.
11. Перечислить основные растворенные газы природных вод.
12. Перечислить загрязняющие вещества, встречающиеся в природных водах.
13. Перечислить органические вещества, встречающиеся в природных водах.
14. Перечислить микроэлементы, встречающиеся в природных водах.
15. Перечислить шесть групп соединений, формирующих химический состав воды.
16. Геохимическая закономерность распространения химических элементов в природных водах.
17. Свойства и источники поступления в природные воды хлорид-ионов.
18. Свойства и источники поступления в природные воды сульфатных ионов.
19. Свойства и источники поступления в природные воды гидрокарбонатных ионов.
20. Свойства и источники поступления в природные воды карбонатных ионов.
21. Свойства и источники поступления в природные воды ионов натрия.
22. Свойства и источники поступления в природные воды ионов калия.
23. Свойства и источники поступления в природные воды ионов кальция.
24. Свойства и источники поступления в природные воды ионов магния.
25. Какова в среднем рН природных вод и какой ион – карбонат или гидрокарбонат – преобладает при таком значении рН?
26. Методы определения главных анионов природных вод.

Зачет выставляется по результатам контрольной работы при условии набора по итогам ее выполнения студентом с одной попытки не менее 15 баллов (5 заданий по 3 балла).

### Список заданий к зачету:

1. Основные понятия гидрохимии. Теоретическое значение гидрохимии. Гидрохимия: определение, объекты исследования, связь с другими науками. Основные проблемы гидрохимии. Водные ресурсы Земли.
2. Состав и строение воды. Физические свойства воды, ее аномалии. Нарисовать молекулу воды. Уникальные свойства воды. Вода как растворитель. Механизм процесса растворения. Растворимость веществ в воде. Растворение минералов.
3. Физико-химическая характеристика природных вод. Условия формирования природных вод.
4. Химические ингредиенты природных вод. Главные катионы в водах, их происхождение, источники поступления.
5. Методы определения главных ионов в природных водах.
6. Химический состав природных вод. Классификация вод по гидрохимическому составу. Полная классификация природных вод по О.А.Алекину. Характеристика природных вод по классам, группам, типам.
7. Способы представления результатов гидрохимических исследований. Графическое изображение природных вод. Треугольник Ферре. График Роджерса. Квадрат Толстихина.
8. Карбонатное и сульфатное равновесие в природных водах.
9. Растворенные в воде газы. Их классификация, общая характеристика, источники поступления в воды, особенности определения.
10. Биогенные вещества в природных водах. Краткая характеристика, источники поступления, значение. Соединения азота и фосфора. Качественные реакции на катион аммония, нитрит-ион и нитрат-ион.
11. Показатели качества природных вод. Жесткость воды. Постоянная жесткость и временная. Удаление временной жесткости. Классификация по жесткости.
12. Показатели качества природных вод. Щелочность воды. Определение щелочности.
13. Растворенный кислород в воде. Определение растворенного кислорода в воде по Винклеру. Растворенные газы.
14. Показатели качества природных вод. Температура. Реакция среды. Классификация воды по рН.
15. Методика определения концентрации аммиака в природных водах фотоэлектроколориметрическим методом реактивом Несслера. Написать качественную реакцию.
16. Нитриты и нитраты в природных водах. Методы определения нитратов и нитритов в природных водах. Написать качественные реакции.
17. Источники попадания сульфатов в природные воды. Определение сульфатов в природных водах.
18. Определение карбонатов и гидрокарбонатов в природных водах. Кондуктометрическое определение гидрокарбонат-иона по программе L-Micro. Нарисовать график изменения электропроводности.
19. Определение хлоридов объемным методом Мора.
20. Качественное и количественное изменение водных ресурсов под влиянием хозяйственной деятельности. Мероприятия по защите поверхностных вод от загрязнений.

### Правила выставления оценки на зачете:

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;

- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Гидрохимия» являются практические занятия и лекции. Основное внимание уделяется экспериментальным методикам и современным методам анализа. Это связано с тем, что студент решает сложные экспериментальные задачи, где объектом является реальный раствор. Курс «Гидрохимия» содержит теоретический материал, где подробно доказывается, что природные воды – это физико-химическая система, где происходит растворение веществ и образование новых. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление разобранного материала путем применения его к конкретным гидрохимическим задачам и отработка навыков работы для определения нитратов, катиона аммония, нитритов, сульфатов, хлоридов, карбонатов, гидрокарбонатов, щелочности, водородного показателя. Для успешного освоения дисциплины очень важно решение большого количества экспериментальных и теоретических задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. По возникающим вопросам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения возникающих вопросов – помочь усвоить основные понятия и термины гидрохимии, овладеть навыками аналитической химии в применении к гидрохимическим показателям. Для решения всех задач необходимо знать и понимать основные вопросы и термины гидрохимии. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение материала по классификации природных вод, основным гидрохимическим показателям. Материал, пройденный на практических занятиях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, или из учебной литературы.

Уделено внимание выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на проводимых занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Во время семестра проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения, в конце семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет принимается по билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса и один расчетный. Студенты не только изучают теорию гидрохимии как науки, находящейся на стыке нескольких наук, но и делают расчеты всех реактивов, используемых в лабораторном практикуме.

Посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту сложно.