



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Химический факультет  
Кафедра аналитической химии**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан химического факультета

А.И. Вильмс

«15» апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): **Б1.В. 07 Гидрогеохимия**

Направление подготовки: **04.03.01. Химия**

Направленность (профиль) подготовки: **Химия нефти и газа**

Квалификация выпускника: **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Согласовано с УМК химического факультета

Протокол №4 от «15» апреля 2025г.

Председатель *А.И. Вильмс* Вильмс А.И.

Рекомендовано кафедрой  
аналитической химии

Протокол № 3 от 10.03.2025 г.

Зав. кафедрой *А.И. Вильмс* Вильмс А.И.

## Содержание

- I. Цели и задачи дисциплины
- II. Место дисциплины в структуре ОПОП.
- III. Требования к результатам освоения дисциплины
- IV. Содержание и структура дисциплины
  - 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов
  - 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 4.3. Содержание учебного материала
    - 4.3.2 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
    - 4.3.2 Перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов
  - 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
  - 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
- V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):
  - а) перечень литературы;
  - б) список авторских методических разработок (указать при наличии);
  - д) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
- VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
  - 6.1 Учебно-лабораторное оборудование
  - 6.2 Программное обеспечение
  - 6.3 Технические и электронные средства обучения
- VII. Образовательные технологии
- VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

## **I. Цели и задачи дисциплины.**

**Цель дисциплины** - познакомить студентов с теоретическими основами геохимии природных вод, природы процессов формирования химического состава подземных вод в результате растворения минералов, кристаллизации солей из растворов, сорбции и ионного обмена, процессов, происходящие при участии хемотрофных бактерий, миграции химических элементов в водных средах, с описанием миграционных форм элементов и особенностей их накопления в природных водах, понятия о геохимических барьерах, существующих классификаций подземных вод по химическому составу, основ прикладной гидрогеохимии.

**Задачи**—освоение методов анализа химического состава подземных вод, оценки влияния различных природных процессов на формирование химического состава подземных вод, решения балансовых уравнений растворения и осаждения минеральных веществ и растворения газов, применения классификации О.А. Алекина и В.А. Сулина для определения генезиса природных вод, умения выделять типы техногенного загрязнения природных вод, типы промышленных и теплоэнергетических вод, умения определять районы возможного сосредоточения промышленных и теплоэнергетических вод.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина «Гидрогеохимия» Б1.В.07 входит в блок «Дисциплины (модули)», относящийся к вариативной части учебного плана подготовки по направлению 04.03.01 Химия (профиль «Химия нефти и газа»).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», Физико-химические методы анализа, Математическая теория эксперимента.

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: полученные знания, умения и навыки необходимы при дальнейшей работе в сферах профессиональной деятельности, при выполнении ВКР, продолжении обучения в магистратуре.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций ПК-3, ПК-5, ПК-6 в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль «Химия нефти и газа».

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Способен готовить образцы нефтепродуктов для анализа                                     | ИДК <sub>ПК2.1</sub> Способен проводить отбор проб<br>ИДК <sub>ПК2.2</sub> готовит объекты исследования                                                                                                                                   |
| ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач | ИДК <sub>ПК3.2</sub> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленной задачи<br><br>ИДК <sub>ПК5.2</sub> Анализирует полученные результаты , делает выводы, сопоставляя их с литературными |

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 Способен осуществлять контроль качества нефти и продуктов ее переработки | и производственными данными                                                                                                                                                                                    |
| ПК-6 Способен обрабатывать результаты экспериментально полученных данных      | ИДК <sub>ПК6.2</sub> Обрабатывает и представляет результаты лабораторных испытаний и подсчет погрешностей в соответствии с действующими технологическими регламентами. Составляет отчеты о выполненной работе. |

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

| <b>Компетенция</b>                                                                            | <b>Индикаторы компетенций</b>                                                                                                                                                                                                            | <b>Результаты обучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач | ИДК <sub>ПК3.2</sub> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленной задачи                                                                                                              | <p><b>Знать:</b> требования техники безопасности при работе в химической лаборатории и на водных объектах; методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях; осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации по теме (заданию); оценивать степень загрязнения вод.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах; современными методами научных гидрологических изысканий, методиками гидрохимического анализа и полевых гидрометеорологических наблюдений.</p> |
| ПК-5 Способен осуществлять контроль качества нефти и продуктов ее переработки                 | <p>ИДК<sub>ПК-5.1</sub>. Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления качественного и количественного состава анализируемого вещества</p> <p>ИДК<sub>ПК5.2</sub> Анализирует полученные</p> | <p><b>Знать:</b> физико-химические законы, управляющие поведением элементов в природных водах; основные генетические типы природных вод, их макро-и микрокомпонентный состав,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | результаты, делает выводы, сопоставляя их с литературными и производственными данными                                                                                                                          | <p>основные компоненты природных вод (минеральные вещества, органические вещества, газы), условия формирования типов природных и техногенно-загрязненных вод, условия распространения различных генетических типов подземных вод</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать химический состав подземных вод, выделять различные генетические (гидрохимические) типы природных вод, оценивать гидрохимический состав подземных вод с целью использования для различных направлений хозяйственной деятельности</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК-6 Способен обрабатывать результаты экспериментально полученных данных | ИДК <sub>ПК6.2</sub> Обработывает и представляет результаты лабораторных испытаний и подсчет погрешностей в соответствии с действующими технологическими регламентами. Составляет отчеты о выполненной работе. | <p><b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов</p> <p><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии</p> <p><b>Владеть:</b> способен составлять программы гидрохимических исследований в соответствии с поставленными научными и практическими задачами, способностью применять современные методы обработки результатов лабораторных и полевых исследований, в том числе, с выявлением соответствующих закономерностей, построением специализированных карт и оценкой региональных закономерностей изменчивости гидрохимических условий.</p> |

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 з. е., 108 часов, в том числе 83 часа контактной работы, 54 часа практической подготовки. Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

| №<br>п/п | Раздел дисциплины/темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость(в часах) |                      |                                |                        |                    | Формы текущего контроля успеваемости;<br>Форма промежуточной аттестации |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                          |                      |                                | Самостоятельная работа |                    |                                                                         |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         | Лекции                                                                                  | Лабораторные занятия |                                |                        | Консультации и КСР |                                                                         |
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                                                                                         | Всего часов          | Из них практическая подготовка |                        |                    |                                                                         |
| 1        | Введение. Гидрогеохимия: определение, цель, предмет, объект, задачи. Проблема окружающей среды.Значения рН и Eh природных вод, гидролиз солей.Элементы окислители и восстановители                                                                                                                                                                                    | 6       | 1                                                                                       |                      |                                |                        | 1                  |                                                                         |
| 2        | Ионно-солевой комплекс пород:минералы, рассеянные элементы,адсорбированные ионы                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6       | 1                                                                                       |                      |                                |                        |                    | Контрольная работа                                                      |
| 3        | Свойства воды и их значимость для функционирования наземных и водных экосистем. Химический состав природных вод и факторы его формирования. Минерализация, макро- и микрокомпоненты. Растворимостьосновных пород. Минеральный состав воды. Химические показатели качества воды (активная реакция воды, жесткость, окисляемость, ХПК, БПК, щелочность). Минерализация. | 6       | 2                                                                                       | 24                   | 24                             |                        | 3                  |                                                                         |
| 4        | Основные водорастворенные газы: происхождение и распространение. Водорастворенные органические вещества: состав, содержание, количественное выражение (окисляемость, Сорг.).                                                                                                                                                                                          |         | 2                                                                                       | 4                    | 4                              |                        | 2                  |                                                                         |
| 5        | Процессы формирования химического состава подземных вод: растворение и выщелачивание, кристаллизация.                                                                                                                                                                                                                                                                 |         | 1                                                                                       | 2                    | 2                              |                        | 2                  |                                                                         |
| 6        | Процессы формированияхимического состава подземныхвод: комплексообразование,сорбция и ионный обмен                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6       | 1                                                                                       | 2                    | 2                              |                        | 2                  |                                                                         |
| 7        | Закономерности миграции инакопления элементов в                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6       | 2                                                                                       | 4                    | 4                              |                        | 3                  |                                                                         |

| №<br>п/п | Раздел дисциплины/темы                                                                                               | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |           |   |  |                        | Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|--|------------------------|-----------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                      |         | Контактная работа преподавателя с обучающимися                                           |           |   |  | самостоятельная работа |                                                           |
|          | подземных водах. Миграционные формы элементов. Понятие геохимических барьеров. Классификация геохимических барьеров. |         |                                                                                          |           |   |  |                        |                                                           |
| 8        | Гидрохимические типы вод инфильтрационно-атмосферного генезиса, особенности формирования.                            | 6       | 1                                                                                        | 2         | 2 |  | 2                      | Контрольная работа                                        |
| 9        | Представление результатов химических анализов. Классификации подземных вод по химическому составу.                   | 6       | 1                                                                                        | 4         | 4 |  | 2                      |                                                           |
| 10       | Динамика и режим подземных вод в водоносном бассейне.                                                                | 6       | 1                                                                                        | 4         | 4 |  | 1                      |                                                           |
| 11       | Условия залегания вод в недрах нефтяных и газовых месторождений.                                                     | 6       | 2                                                                                        | 3         | 3 |  | 1                      |                                                           |
| 12       | Характеристика нефтегазоводоносных бассейнов. Поиск подземных вод: критерии и признаки.                              | 6       | 1                                                                                        | 2         | 2 |  |                        |                                                           |
| 13       | Основы экологической гидрогеохимии.                                                                                  |         | 2                                                                                        | 3         | 3 |  | 2                      |                                                           |
|          | <b>Итого часов</b>                                                                                                   | 6       | <b>18</b>                                                                                | <b>54</b> |   |  | <b>21</b>              | 8                                                         |

\*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине включает в себя: занятия лекционного типа, лабораторные работы, коллоквиумы, индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр                                                                                              | Название раздела, темы                                       | Самостоятельная работа обучающихся                           |                         |                        | Оценочное средство                                             | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                      |                                                              | Вид самостоятельной работы                                   | Задание                 | Затраты времени (час.) |                                                                |                                                                       |
| 6                                                                                                    | Химический состав природных вод и факторы его формирования.  | Оформление отчета по ЛР. Осуществление необходимых расчетов  | Написание отчетов по ЛР | 7                      | Собеседование по теме лабораторной работы<br>Проверка отчетов. | Методические указания ИГУ «Химия природных вод и промышленных стоков» |
| 6                                                                                                    | Растворенные газы.                                           | Подготовка отчета по ЛР. Осуществление необходимых расчетов. | Написание отчетов по ЛР | 3                      |                                                                |                                                                       |
| 6                                                                                                    | Макрокомпоненты                                              | Подготовка отчета по ЛР. Осуществление необходимых расчетов. | Написание отчетов по ЛР | 3                      |                                                                |                                                                       |
| 6                                                                                                    | Биогенные элементы, микрокомпоненты, органическое            | Подготовка отчета по ЛР. Осуществление необходимых расчетов. | Написание отчетов по ЛР | 4                      |                                                                |                                                                       |
| 6                                                                                                    | Определение нефтепродуктов в сточных водах и водных объектах | Подготовка отчета по ЛР. Осуществление необходимых расчетов. | Написание отчетов по ЛР | 2                      |                                                                |                                                                       |
| 6                                                                                                    | Идентификация нефтяных загрязнений                           | Подготовка отчета по ЛР. Осуществление необходимых расчетов. | Написание отчетов по ЛР | 2                      |                                                                |                                                                       |
|                                                                                                      | Общая трудоемкость                                           |                                                              |                         | 21                     |                                                                |                                                                       |
| Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (21 час) |                                                              |                                                              |                         |                        |                                                                |                                                                       |

## **1. Введение**

Гидрогеохимия как наука, ее предмет, задачи и связь с другими науками. Роль химических исследований природной воды на современном этапе развития общества, анализ природных вод и промышленных стоков в нефтегазодобычи, идентификация нефтяных загрязнений. История развития гидрогеохимии. Основные методы исследования; режимные наблюдения, химический анализ проб природных вод и рассолов, лабораторное и математическое моделирование. Ионное равновесие воды и водородный показатель (рН) Окислительно-восстановительный потенциал воды (ОВП – Eh). Взаимосвязь рН и Eh. Основные компоненты химического состава подземных вод: минеральные вещества, органические вещества, газы.

## **2. Ионно-солевой комплекс пород: минералы, рассеянные элементы, адсорбированные ионы**

Происхождение растворенных веществ в подземных водах, ионно-солевой комплекс пород.

**3. Свойства воды и их значимость для функционирования наземных и водных экосистем. Химический состав природных вод и факторы его формирования. Минерализация, макро- и микрокомпоненты. Растворимость основных пород. Минеральный состав воды. Химические показатели качества воды (активная реакция воды, жесткость, окисляемость, ХПК, БПК, щелочность). Минерализация.**

Методы химического анализа природных вод: химические, электрохимические, фотохимические.

Способы выражения минерализации и ионного состава. Количественное выражение анализа: весовое, эквивалентное, процент - эквивалентное. Переход от одной формы выражения к другой. Проверка результатов химического анализа в пробе воды. \

Анионно- и катионногенные источники минеральных веществ. Макрокомпоненты – главные минеральные компоненты природных вод.

Источники поступления и характер переноса. Ядра конденсации. Химический состав твердых и жидких осадков. Соли морского происхождения в материковом стоке.

Условия формирования и химическая характеристика речных вод. Зональность химического состава. Изменение по длине реки и поперечному сечению русла. Химический режим рек и факторы, его определяющие. Зависимость химического состава вод от расхода воды, ее типы.

Особенности формирования химического состава подземных вод разного типа. Скорость миграции веществ, связь с поверхностными водами. Воды специфического состава: минеральные, нефтяные, термальные, артезианские и трещинные воды; воды связанные с месторождением полезных ископаемых.

Минерализация, макро- и микрокомпонентный состав подземных вод. Формы выражения химического состава подземных вод. Газовый состав подземных вод: происхождение газов и закономерности их растворения. Органическая компонента подземных вод: состав и виды растворенного органического вещества.

## **4. Основные водорастворенные газы: происхождение и распространение. Водорастворенные органические вещества: состав, содержание, количественное выражение (окисляемость, Сорг.).**

Распространенность химических элементов в земной коре. Растворенные, взвешенные и коллоидные компоненты природных вод минерального, газового и органического происхождения.

Основные природные соли и их растворимость. Минерализация воды и главные ионы. Происхождение хлоридных, сульфатных, карбонатных и силикатных природных вод. Равновесие химического состава воды и атмосферы. Состав растворенных газов и их происхождение. Аллохтонные и автохтонные газы.

Биогенные вещества (БВ) и элементы. Классификация и физиологическая роль в процессах жизнедеятельности биогенных элементов.

Органическое вещество(ОВ) в природных водах и их основные типы. Сложность их изучения и система косвенных характеристик: бихроматная (БО) и перманганатная (ПО) окисляемости, химическое потребление кислорода (ХПК), цветность, запах, привкусы.

#### **5. Процессы формирования химического состава подземных вод: растворение и выщелачивание, кристаллизация. Процессы формирования химического состава подземных вод: комплексообразование, сорбция и ионный обмен**

Растворение. Конгруэнтное и инконгруэнтное растворение. Изменение рН природных растворов, вследствие гидролиза растворенных соединений. Состав растворов, образующихся при растворении основных пород (силикаты, карбонаты, сульфаты, хлориды) и породообразующих минералов. Процессы растворения с участием реакций комплексообразования и окислительно-восстановительных реакций. Изменение химического состава растворов вследствие процесса кристаллизации. Процессы испарительного и мерзлотного концентрирования, последовательность осаждения солей, при природном концентрировании растворов. Кристаллизация вследствие изменения Eh-рН и Р-Т условий. Сорбция и ионный обмен в реальных гидрогеохимических системах. Природные сорбенты: глинистые минералы, коллоиды гидроокислов, органическое вещество пород, органогенные породы (торф), цеолиты. Биохимические процессы: виды хемотрофных микроорганизмов, закономерности протекания биохимических реакций, ограничительные условия.

#### **7. Закономерности миграции и накопления элементов в подземных водах. Миграционные формы элементов. Понятие геохимических барьеров. Классификация геохимических барьеров.**

Закономерности миграции элементов в водной среде. Геохимические барьеры: классификация, природные и техногенные барьеры. Особенности миграции макрокомпонентов: консервативные и неконсервативные элементы, миграционные формы элементов, миграционные кривые

#### **8. Гидрохимические типы вод инфильтрационно-атмосферного генезиса, особенности формирования.**

Гидрохимические типы вод инфильтрационно-атмосферного генезиса: распространение, геохимические признаки, особенности формирования.

#### **9. Представление результатов химических анализов. Классификации подземных вод по химическому составу.**

Классификации природных вод по минерализации, по преобладающим компонентам, по соотношениям компонентов, по специфическим компонентам. Способы графического изображения химического состава природных вод. Классифицирование подземных вод по В.А. Сулину и А.В. Алекину.

Физико – географические факторы: климат, рельеф, сток, почвенный и растительный покров. Широтная и вертикальная зональность минерализации и ионного состава вод суши. Влияние геологических и гидрогеологических условий. Основные различия в условиях формирования химического состава вод атмосферных осадков, рек, сточных и бессточных озер, водохранилищ и подземных озер.

#### **10. Динамика и режим подземных вод в водоносном бассейне.**

Важнейшие виды движения подземных вод и рассолов. Элементы фильтрационного потока. Особенности движения минерализованных вод и рассолов.

#### **11. Условия залегания вод в недрах нефтяных и газовых месторождений.**

Роль подземных вод в формировании и сохранении залежей нефти и газа. Роль воды в разрушении нефтяных и газовых залежей. Промысловая классификация вод. Гидрогеологические наблюдения при разработке месторождений нефти и газа. Нефтепродукты в природных водах и донных отложениях

#### **12. Характеристика нефтегазоводоносных бассейнов**

Нефтегазоводоносные бассейны I, II, III типов. Поиск подземных вод: критерии и признаки.

### 13. Основы экологической гидрогеохимии.

Нормируемые микрокомпоненты подземных вод, понятие о предельно допустимых концентрациях (ПДК). Природные условия накопления нормируемых компонентов в пресных водах. Характерные элементы техногенно загрязненных вод. Основные виды техногенного загрязнения. Промышленные, сточные и термоэнергетические воды.

Контроль загрязнения водных объектов и охрана вод от загрязнений. Влияние загрязнений на химический состав воды. Процессы самоочищения

## 4.3 Содержание учебного материала

### 4.3.1 Перечень лабораторных работ

| № п/п | № раздела и темы дисциплины                                                                                                             | Наименование лабораторных работ                                                            | Трудоемкость (часы) |                         | Оценочные средства                                                                      | Формируемые компетенции |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|       |                                                                                                                                         |                                                                                            | всего часов         | Практическая подготовка |                                                                                         |                         |
| 1     | Химический состав природных вод и факторы его формирования.<br><br>Классификация природных вод и объектов нефтегазопромысловых объектов | 1. Определение ионов $\text{Ca}^{2+}$                                                      | 1                   | 1                       | Расчеты по формулам, устный разбор, заполнение гидрохимических протоколов.<br><br>Отчет | ПК-3,<br>ПК-5,<br>ПК-6  |
|       |                                                                                                                                         | 2. Определение ионов $\text{Mg}^{2+}$                                                      | 1                   | 1                       |                                                                                         |                         |
|       |                                                                                                                                         | 3. Определение ионов $\text{Na}^+$ и $\text{K}^+$                                          | 2                   | 2                       |                                                                                         |                         |
|       |                                                                                                                                         | 4. Определение сульфат-иона                                                                | 4                   | 4                       |                                                                                         |                         |
|       |                                                                                                                                         | 5. Определение биогенных элементов: P, $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^-$ | 8                   | 8                       |                                                                                         |                         |
|       |                                                                                                                                         | 6. Определение микрокомпонентов Fe, Si                                                     | 4                   | 4                       |                                                                                         |                         |
|       |                                                                                                                                         | 7. Определение марганца                                                                    | 2                   | 2                       |                                                                                         |                         |
|       |                                                                                                                                         | 8. Оценка полученных результатов и определения класса анализируемых вод                    | 4                   | 4                       |                                                                                         | ПК-3, ПК-5,<br>ПК-6     |
| 2     | Газовый состав природных вод и объектов нефтегазопромысловых объектов                                                                   | 1. Определение растворенного кислорода                                                     | 4                   | 4                       | Отчет                                                                                   | ПК-3, ПК-5,<br>ПК-6     |
|       |                                                                                                                                         | 2. Определение растворенного $\text{CO}_2$                                                 |                     |                         |                                                                                         |                         |
| 3     | Химические показатели качества воды (жесткость, окисляемость, щелочность). Минерализация.                                               | 1. Определение общей жесткости                                                             | 12                  | 12                      | отчет                                                                                   | ПК-3, ПК-5,<br>ПК-6     |
|       |                                                                                                                                         | 2. Определение окисляемости                                                                |                     |                         | отчет                                                                                   |                         |
|       |                                                                                                                                         | 3. Определение щелочности                                                                  |                     |                         | отчет                                                                                   |                         |
| 4     | Закономерности миграции                                                                                                                 | Изучение миграции и накопления элементов в                                                 | 4                   | 4                       |                                                                                         |                         |

|   |                                                                                                                                             |                                                                                                        |   |   |       |                        |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------|------------------------|
|   | накопления элементов в подземных водах. Миграционные формы элементов. Понятие геохимических барьеров. Классификация геохимических барьеров. | подземных водах                                                                                        |   |   |       |                        |
| 5 | Гидрохимические типы вод инфильтрационно-атмосферного генезиса, особенности формирования.                                                   | Определение фильтрационных параметров по гидродинамической сетке                                       | 4 | 4 | отчет |                        |
| 6 | Нефтепродукты в природных водах и донных отложениях                                                                                         | Определение нефтепродуктов в водных объектах нефтегазопромысловой промышленности и промышленных стоков | 2 | 2 | отчет | ПК-3,<br>ПК-5,<br>ПК-6 |

#### 4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

| № п/п | Тема                                                                        | Задание                    | Формируемая компетенция | ИДК                                                                                                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Характеристика компонентов состава природных вод.                           | Подготовка к выполнению ЛР | <b>ПК-3</b>             | ИДК <sub>ПК3.2</sub> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленной задачи. Проводит экспериментальные работы по готовым методикам |
| 2     | Макрокомпоненты, биогенные элементы, микрокомпоненты, органическое вещество | Подготовка к ЛР            | <b>ПК-3</b>             |                                                                                                                                                                                     |
| 3     | Растворенные газы. Карбонатная система                                      | Подготовка к ЛР            | <b>ПК-3</b>             |                                                                                                                                                                                     |

#### 4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовке к коллоквиумам и устному собеседованию, проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.

3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.

4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры (см. приложения). Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины.

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.



#### д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://e-articles.site>
2. [https://ros-pipe.ru/tekhn\\_info/tekhnicheskije-stati/gidrogeologiya/](https://ros-pipe.ru/tekhn_info/tekhnicheskije-stati/gidrogeologiya/)
3. <http://all-about-water.ru>
4. <https://www.vo-da.ru>

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебно-лабораторное оборудование:

Кабинет № 336<sup>б</sup> оснащен оборудованием, комплектами плакатов, методическими указаниями предназначенными для проведения лабораторных занятий.

| № п/п | Наименование                                      | Количество       |
|-------|---------------------------------------------------|------------------|
| 1.    | Набор реактивов для анализа воды, штативы         | каждому студенту |
| 2.    | Мерная посуда (пипетки, бюретки, цилиндры, колбы) | каждому студенту |
| 3.    | Набор химической посуды (колбы, стаканы, тигли)   | каждому студенту |
| 4.    | Фотоколориметр КФК-2                              | 2                |
| 5.    | Спектрофотометр                                   | 2                |
| 6.    | pH-метр                                           | 2                |
| 7.    | Весы аналитические                                | 2                |
| 8.    | Муфельная печь                                    | 1                |
| 9.    | Сушильный шкаф                                    | 1                |
| 10.   | Водяная баня                                      | 1                |
| 11.   | Электроплитки                                     | каждому студенту |

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины используются дистанционная и очная форма обучения, а также традиционные и инновационные технологии, активные и интерактивные методы обучения: технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Оценочные средства (ОС):

8.1. Оценочные средства для входного контроля - нет.

8.2. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить сформированность составляющих частей компетенций ПК-3, ПК-5, ПК-6 (ИДК ПК-3.2, ИДК ПК-5.1, ИДК ПК-5.2, ИДК ПК-6.2). Формируются в соответствии с ЛНА университета в виде выполнения

лабораторных работ и оформления отчетов.

Аттестационное испытание по дисциплине в форме зачета с оценкой (ЗаО) обучающиеся проходят в соответствии с расписанием сессии, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, форма испытания, время и место проведения консультации, ФИО преподавателя. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте факультета. Вопросы к зачету с оценкой составляются на основании действующей рабочей программы дисциплины, и доводятся до сведения студентов не менее чем за 2 недели до начала сессии. Рекомендуемые формы проведения дифференцированного зачета:

- устное собеседование по учебному материалу дисциплины;
- тестирование.

Преподаватель вправе сам выбрать форму принятия зачета.

Оценка выставляется преподавателем в аттестационную ведомость в сроки, установленные расписанием. Оценка в зачетную книжку выставляется в день аттестационного испытания.

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования, преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «Неудовлетворительно».

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на занятиях. Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в аттестационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватель несет персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в аттестационную ведомость и в зачетные книжки. Обучающиеся имеют право на передачу результатов освоения ими дисциплин.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать зачет в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов сопровождающих.

### **Примерный перечень вопросов к дифференцированному зачету по дисциплине «Гидрогеохимия»**

1. Влияние комплексообразования, ионного обмена, изменения окислительно-восстановительного состояния раствора на процессы растворения водовмещающих пород и кристаллизации твердого вещества из раствора

2. Влияние давления, минерализации раствора, индивидуального состава газа на растворение газов в подземных водах

3. Закономерности осаждения солей из почвенно грунтовых вод и океанической воды (галогенез).

4. Закономерности протекания аэробных и анаэробных биохимических реакций. Биохимическое преобразование растворенных форм серы, азота, углерода.

5. Миграционные формы элементов в подземных водах, консервативные и неконсервативные элементы.

6. Типы гидрохимических барьеров. Накопление макрокомпонентов в подземных водах в связи с прохождением геохимических барьеров.

7. Накопление токсичных элементов в количестве превышающем ПДК в гидрокарбонатно-натриевых и сульфатно-натриевых водах.

8. Накопление элементы в количестве, свыше ПДК в водах, содержащих повышенные количества растворенных органических соединений.

9. Гидрохимическая характеристика элементов, характеризующих сельскохозяйственное, промышленное, коммунально-бытовое и радиоактивное загрязнения.

10. Гидрохимическая характеристика сточных вод угольных шахт, полисульфидных и редкометальных месторождений, грунтовых вод полигонов ТБО.

11. Аномальные свойства воды и их влияние на режим водного объекта.

12. Химический состав природных вод.

13. Природная вода как многокомпонентный раствор. Концентрация растворов и способы ее выражения.

13. Кислотно-основные равновесия в природных водах. Буферная емкость (по pH) и системы ее поддержания.

15. Карбонатная система в поверхностных водах, связь с биотическими (продукционно-деструкционными) процессами.

16. Виды жесткости воды.

17. Неорганические вещества в природных водах.

18. Газовый состав природных вод, абиотические и биотические факторы формирования.

19. Биогенные и органические вещества природных вод.

20. Микрокомпоненты и их значения.

21. Общие и суммарные показатели качества воды.

22. Органолептические показатели качества вод.

23. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) природных вод.

24. Растворенный кислород в воде.

25. Показатели окисляемости воды (перманганатная и бихроматная -ХПК).

26. Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>п</sub>).

27. Классификация природных вод.

28. Классы качества вод.

29. Гидрохимическая съемка. Гидрохимические наблюдения.

30. Физические основы гидрологических процессов. Фундаментальные законы физики и их использование при изучении водных объектов.

31. Классификация подземных вод.

32. Гидрохимический режим грунтовых вод.

33. Особенности химического состава подземных вод. Грунтовые воды.
34. Изменение качества грунтовых вод под действием антропогенного влияния.
35. Напорные (артезианские) воды. Минеральные воды. Изменение химического состава под действием антропогенного влияния.
36. Гидрохимическая зональность. Зональность атмосферных осадков. Изменение природной зональности химического состава под действием антропогенных факторов и процессов.
37. Зональность поверхностных вод. Изменение природной зональности химического состава под действием антропогенных факторов и процессов.
38. Зональность грунтовых и напорных вод. Изменение природной зональности химического состава под действием антропогенных факторов и процессов.
39. Общие представления о методах химического анализа природных вод.
50. Анализ вод в лаборатории. Сокращенный анализ. Полный химический анализ. Специальный химический анализ.
51. Электрохимические анализы природных вод.
52. Мониторинг загрязнения водных объектов и охрана поверхностных вод от загрязнения.
53. Основные виды загрязнения природных вод.
54. Источники поступления загрязняющих веществ в водные объекты и загрязнение поверхностных вод.
55. Нормирование качества вод.
56. Охрана вод от загрязнения. Гидрохимия на службе мониторинга охраны вод.
57. Прогнозирование изменений химического состава поверхностных вод. Оперативное прогнозирование.
58. Экологические катастрофы. Анализ причин современных крупных экологических катастроф и оценка их негативного воздействия на поверхностные воды.
59. Основные компоненты химического состава подземных вод: минеральные вещества, органические вещества, газы. Происхождение растворенных веществ в подземных водах, ионно-солевой комплекс пород.
60. Минерализация, макро- и микрокомпонентный состав подземных вод.
61. Газовый состав подземных вод, происхождение и закономерности растворения газов.
62. Сорбция и ионный обмен в реальных гидрогеохимических системах. Природные коллоиды и глинистые минералы.
63. Миграция элементов. Миграционные формы химических элементов в подземных водах. Особенности миграции макрокомпонентов: консервативные и неконсервативные элементы, миграционные кривые макрокомпонентов.
64. Геохимические барьеры: классификация, природные и техногенные барьеры.
65. Накопление нормируемых компонентов (Sr, F, Fe, Mn, Hg) в количествах, превышающих ПДК в естественно-природных условиях.
66. Виды техногенного загрязнения подземных вод. Гидрогеохимические особенности вод, загрязненных сельскохозяйственными удобрениями, отходами животноводства, нефтепродуктами, радиоактивными веществами.

67. Гидрохимические особенности промышленных и коммунально-бытовых стоков: водыотливов угольных шахт, месторождений разработки сульфидных и редкоземельныхместорождений, вод полигонов ТБО

### 8.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета с оценкой)

Зачет с оценкой является формой оценки качества освоения обучающимися образовательнойпрограммы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемусявыставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или«неудовлетворительно».

Критерии оценки ответа, которые представлены в таблице, а также форма егопроведения доводятся до сведения обучающихся до начала зачета. Результат дифференцированного зачетаобъявляется непосредственно после его сдачи, затем выставляется в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

| Шкала                        | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка 5 (отлично)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- студент полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов</li> </ul> |
| Оценка 4 (хорошо)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Оценка 3 (удовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме,</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | <p>погрешности непринципиального характера в ответе: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации</li> </ul>                    |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки</li> </ul> |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 «Химия» и профилю подготовки Химия нефти и газа

**Разработчик:** канд. хим. наук, доцент кафедры аналитической химии Е.А. Даткова

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

« 10 » марта 2025 г

Протокол № 3

Зав. кафедрой д.х.н., доцент



А.И.Вильмс

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*

