

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра динамической геологии и гидрогеологии**

**Авторы-составители: Золотарев Денис Рафаилович  
Катаев Валерий Николаевич  
Копанцева Елена Николаевна**

Рабочая программа дисциплины

**ИЗОТОПНЫЕ МЕТОДЫ В ГИДРОГЕОЛОГИИ**

Код УМК 92660

Утверждено  
Протокол №8  
от «16» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Изотопные методы в гидрогеологии

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление: **05.04.01** Геология  
направленность Гидрогеоэкология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Изотопные методы в гидрогеологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.04.01** Геология (направленность : Гидрогеоэкология)

**ОПК.1** Способен разрабатывать и/или адаптировать/совершенствовать новые идеи, знания, представления на языке предметной области и проводить оценку их востребованности на рынке труда

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.3** Проводит общую оценку результатов научно-исследовательской деятельности в конкретной области знания с точки зрения их соответствия критериям новизны, конкурентоспособности и востребованности на рынке труда

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.04.01 Геология (направленность: Гидрогеоэкология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (1 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Изотопные методы в гидрогеологии**

#### **Геохимия изотопов**

Тема 1.1. Понятие изотопов. Внутреннее строение атома.

Тема 1.2. Изотопные процессы. Радиоактивный распад. Фракционирование. Изотопное смешение. Премордиальные радионуклиды. Космогенные радионуклиды (радиоуглерод-14, тритий). Стабильные изотопы состава воды (кислород-18, дейтерий). Изотопия серы. Изотопия азота.

#### **Методика отбора проб водных объектов и определения их изотопного состава**

Тема 2.1. Методика отбора проб воды, атмосферных осадков (снег, дождь) для определения дейтерия и кислорода-18.

Тема 2.2. Методика отбора проб воды, атмосферных осадков (снег, дождь) для определения трития и радиоуглерода-14. Химическая подготовка проб (консервация).

Тема 2.3. Методы и аппаратурное оформление определения стабильных изотопов. Метод WSRD, характеристики точности.

#### **Изотопный состав природных вод и процессы его формирования**

Тема 3.1. Особенности формирования изотопного состава атмосферных осадков. Глобальная линия метеорных вод. Особенности формирования изотопного состава речных и озерных вод. Особенности формирования изотопного состава подземных вод.

#### **Решаемые задачи в гидрогеологии с использованием изотопов**

##### **Задачи, связанные с генезисом подземных вод**

Тема 4.1. Задачи, связанные с генезисом подземных вод.

Понятие генезиса. Типы подземных вод. Стабильные изотопы водорода и кислорода как параметр определения генезиса подземных вод. Решение задач шахтной гидрогеологии. Получение изотопных данных с целью прогноза водопритоков в карьер.

##### **Задачи, связанные с изучением динамики подземных вод**

Тема 4.2. Задачи, связанные с изучением динамики подземных вод. Исследования в ненасыщенной зоне. Оценка инфильтрационного питания грунтовых вод, примеры использования стабильных изотопов водорода и кислорода, трития (естественного и индикаторного).

Исследования в зоне полного насыщения. Изучение перетекания и смешения (проблема взаимосвязи подземных и поверхностных) вод, различных водоносных горизонтов, разделенных слабопроницаемыми толщами. Изучение питания, транзита и разгрузки подземных вод.

Хронометрия подземных вод с помощью стабильных изотопов (третиевая, тритий-гелиевая, гелиевая, аргонная, радиоуглеродная, радиохлорная).

##### **Задачи, связанные с изучением взаимодействия в системе порода-вода**

Тема 4.3. Задачи, связанные с изучением взаимодействия в системе порода-вода.

Определение степени равновесия между водой и породой. Оценка интенсивности процессов карстообразования, выщелачивания, суффозии.

##### **Задачи палеогидрогеологических и геокриологических реконструкций**

Тема 4.4. Задачи палеогидрогеологических и геокриологических реконструкций.

Определение областей распространения палеооод, формирование которых происходило в климатические эпохи, отличных от современных, восстановление палеоклиматических условий по донным осадкам, травертинам и растительным остаткам.

**Задачи, связанные с оценкой защищенности подземных вод от техногенных загрязнений**

Тема 4.5. Задачи, связанные с оценкой защищенности подземных вод от техногенных загрязнений. Оценка степени риска загрязнения подземных вод по изотопным данным (определение среднего времени пребывания подземных вод, оценка инфильтрационного питания и локализация источников питания).

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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

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

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

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

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

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

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

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

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

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

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная:**

1. Гледко, Ю. А. Гидрогеология : учебное пособие / Ю. А. Гледко. — Минск : Вышэйшая школа, 2012. — 446 с. — ISBN 978-985-06-2126-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/20209.html>
2. Изотопы: свойства, получение, применение. учебное пособие : в 2 т./под ред. В. Ю. Баранова. Т. 1.- М.:ФИЗМАТЛИТ,2005, ISBN 5-9221-0522-1.-600.-Библиогр.: с. 562-598

### **Дополнительная:**

1. Словарь терминов и понятий по общей и инженерной геологии/Урал. федерал. ун-т, Нижнетагил. технолог. ин-т.-Нижний Тагил:Нижнетагильский технологический институт,2013.-67.-Библиогр.: с. 66



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY

<https://psu.bibliotech.ru/Account/LogOn/> Цифровая библиотека «Библиотех»

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

Образовательный процесс по дисциплине **Изотопные методы в гидрогеологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

-доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

-доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;

-интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы).

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

-офисный пакет приложений (LibreOffice);

-программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);

-приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения.

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

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

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивающие доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и информационным технологиям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой или маркерной доской.

Для анализа водных проб из природных или техногенных источников, а также почв и получения данных по содержанию сухого остатка, хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов и карбонатов, кальция, магния, железа, рН, марганца, меди, цинка, нитратов и др., поверхностно-активных вещества (ПАВ), нефтепродуктов, отбираемых в период практики (практических занятий), использовать возможности сертифицированной Лаборатории гидрохимического анализа кафедры динамической геологии и гидрогеологии (Лабораторный корпус университета), укомплектованной современным оборудованием (ИК-Фурье-спектрометр ALPHA (Brucker), Двухканальная безреагентная ионохроматографическая система ICS-5000 (DIONEX, США), Изотопный анализатор воды Picarro L1102-I, Газовый хроматограф KONIK 5000B, Жидкостный хроматограф UltiMate 3000, Хромато-масс-спектрометр GCMS-QP2010Plus, Флуориметрический анализатор жидкости Флюорат 02-2М).

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

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

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

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

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Изотопные методы в гидрогеологии**

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

**ОПК.1**

**Способен разрабатывать и/или адаптировать/совершенствовать новые идеи, знания, представления на языке предметной области и проводить оценку их востребованности на рынке труда**

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.3</b> Проводит общую оценку результатов научно-исследовательской деятельности в конкретной области знания с точки зрения их соответствия критериям новизны, конкурентоспособности и востребованности на рынке труда</p>	<p>Знать методы научных исследований и критерии новизны, уметь применять методы научных исследований по изотопным методам в области гидрогеологии, владеть методами оценки результатов научно-исследовательской деятельности.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает методы научных исследований и критерии новизны, не умеет применять методы научных исследований по изотопным методам в области гидрогеологии, не владеет методами оценки результатов научно-исследовательской деятельности.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Плохо знает методы научных исследований и критерии новизны, недостаточно умеет применять методы научных исследований по изотопным методам в области гидрогеологии, не владеет методами оценки результатов научно-исследовательской деятельности.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Хорошо знает методы научных исследований и критерии новизны, хорошо умеет применять методы научных исследований по изотопным методам в области гидрогеологии, владеет методами оценки результатов научно-исследовательской деятельности.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Отлично знает методы научных исследований и критерии новизны, умеет применять методы научных исследований по изотопным методам в области гидрогеологии, владеет методами оценки результатов научно-исследовательской деятельности.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 2021

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

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

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.3</b> Проводит общую оценку результатов научно-исследовательской деятельности в конкретной области знания с точки зрения их соответствия критериям новизны, конкурентоспособности и востребованности на рынке труда	Геохимия изотопов <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать методы определения возраста подземных вод с помощью различных изотопов. Уметь решать задачи по определению возраста подземных вод.
<b>ОПК.1.3</b> Проводит общую оценку результатов научно-исследовательской деятельности в конкретной области знания с точки зрения их соответствия критериям новизны, конкурентоспособности и востребованности на рынке труда	Задачи, связанные с генезисом подземных вод <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать о глобальной и локальной линиях метеорных вод. Уметь построить глобальную и локальную линии метеорных вод по данным изотопного состава атмосферных осадков разных регионов земного шара. Уметь найти базу данных для конкретного региона из национальной системы изотопных данных. Владеть навыками интерпретации полученных значений.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1.3</b> Проводит общую оценку результатов научно-исследовательской деятельности в конкретной области знания с точки зрения их соответствия критериям новизны, конкурентоспособности и востребованности на рынке труда	Задачи, связанные с оценкой защищенности подземных вод от техногенных загрязнений <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание геохимии изотопов. Знание закономерностей формирования изотопного состава природных вод. Умение интерпретировать изотопные данные применительно к прикладным задачам гидрогеологии.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Геохимия изотопов**

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

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

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

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Написание доклада по одному из методов определения возраста подземных вод при помощи различных изотопов	15
Защита доклада с использованием презентации	10
Ответы на вопросы преподавателя и аудитории по теме доклада	5

#### **Задачи, связанные с генезисом подземных вод**

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

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

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

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Интерпретация построенных графиков и обсуждение результатов	10
Построение Локальной Линии Метеорных Вод по найденным данным	10
Поиск исходных данных по изотопному составу атмосферных осадков в национальной системе изотопных данных по одному из городов земного шара	5
Построение Глобальной Линии Метеорных Вод по теоретическим данным	5

## **Задачи, связанные с оценкой защищенности подземных вод от техногенных загрязнений**

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

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

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

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Анализ исходных изотопных данных для конкретного объекта исследований	10
Ответы на вопросы преподавателя и аудитории по теме работы	10
Защита и обсуждение полученных результатов исследования	10
Выявление закономерностей формирования изотопного состава природных для конкретного объекта исследований	10