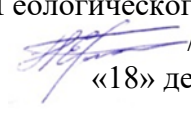


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
декан Геологического факультета
чл.-корр. РАН  /Н.Н.Ерёмин/
«18» декабря 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Методы геохимических исследований

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки/ специальность:

05.04.01 «Геология»

Магистерская программа:

Литология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета МГУ
(протокол № 8 от 15.12.2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины «Методы геохимических исследований» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология», утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год (годы) приема на обучение: 2025

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель курса сформировать у студентов целостное представление о современных методах геохимических исследований, их теоретических основах, областях применения и возможностях при решении фундаментальных и прикладных геологических задач.

Задачи освоения курса:

- изучить физико-химические принципы, лежащие в основе главных групп геохимических методов (спектральных, рентгеновских, изотопных, пиролитических, хроматографических), а также особенности пробоподготовки для каждого типа анализа;
- понимать пределы обнаружения, точность и воспроизводимость методов;
- освоить методы исследования газов и рассеянного органического вещества (POB);
- овладеть методами определения элементного и минерального состава горных пород, руд и минералов с использованием атомно-эмиссионной (АЭС) и атомно-абсорбционной (ААС) спектроскопии, рентгенофлуоресцентного (XRF) и рентгеноструктурного (XRD) анализа, а также современными комбинированными методами (РЭМ, ICP-MS, LA-ICP-MS);
- научить студентов интерпретировать геохимические данные с использованием справочных баз данных и программного обеспечения, выполнять геохимические корреляции;
- сформировать навыки комплексного подхода к геохимическим исследованиям, привить навыки выбора оптимального метода исследования для решения конкретной геологической задачи, а также применять геохимические методы на всех этапах геологоразведочных работ — от регионального прогноза до оценки локальных аномалий.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дисциплина «Геохимические методы исследований» направлена на формирование у магистрантов целостного представления о современном арсенале геохимических инструментов. В курсе рассматриваются методы исследования для органической и неорганической геохимии, особое внимание уделяется роли пробоподготовки и интерпретации данных.

В рамках блока методов органической геохимии студенты изучают методы анализа газов и органического вещества, включая газовую хроматографию, пиролиз (Rock-Eval) и хромато-масс-спектрометрию для идентификации биомаркеров. Второй крупный блок посвящен определению элементного и минерального состава пород с помощью атомно-эмиссионной, атомно-абсорбционной спектроскопии, рентгенофлуоресцентного и рентгеноструктурного анализа, а также современных комбинированных методов (растровая электронная микроскопия, лазерная абляция ICP-MS). Завершающая часть курса посвящена прикладному значению геохимии: геохимическим методам поисков месторождений по ореолам рассеяния, а также основам бассейнового моделирования (1D–3D).

В результате освоения курса магистранты приобретают компетенции, необходимыми для решения широкого круга задач в научной и производственной геологической практике.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

Базируется на знаниях по дисциплинам: «Общая геология», «Литология», «Методы изучения осадочных образований», «Методы исследования керна скважин», «Геохимия», «Петрография», «Физика», «Химия общая».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ПК-6М. Способен использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.	М.ПК-6. И-1. Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по профилю подготовки). М.ПК-6. И-2. Применяет методы обработки и комплексной интерпретации информации с использованием стандартных и специализированных программных пакетов.	Знать: правила отбора, хранения, транспортировки и пробоподготовки проб пород, газов и органического вещества для различных видов геохимического анализа (спектрального, рентгеновского, пиролитического, хроматографического); знать основные параметры, получаемые при пироллизе (Rock-Eval, Hawk), газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (биомаркеры), а также при элементном и рентгенофазовом анализе, типы интерпретационных диаграмм, используемых в геохимии. Уметь: выбирать оптимальную методику пробоподготовки в зависимости от типа анализируемого материала (твердая порода, битумоид, газ) и поставленной геологической задачи. рассчитывать

		основные геохимические коэффициенты и параметры, использовать справочные базы данных для идентификации соединений. Владеть: навыками построения и чтения геохимических графиков и схем для визуализации распределения элементов и соединений.
М. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;	М.ПК-2. И-1. Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования. М.ПК-2. И-2. Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. М.ПК-2. И-3. Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов. М.ПК-2. И-4. Представляет результаты своей научной деятельности в письменной и устной форме (отчеты, статьи, доклады и презентации)..	Знать: физико-химические принципы работы современного оборудования и их аналитические возможности, современные программные продукты для обработки геохимических данных и базы данных. Уметь: разрабатывать схему геохимического исследования для решения конкретной научной задачи, обосновывая выбор метода. Владеть: навыками критического анализа полученных результатов путем сопоставления с опубликованными данными по аналогичным объектам в отечественной и зарубежной литературе.

СПК-2М (6). Способен проводить лабораторные исследования осадочных образований, как традиционными, так и новейшими методами анализа, в том числе рентгеновскими, микрозондовыми, изотопными, электронно-микроскопическими.	И-1. Выполняет исследования вещественного состава осадочных пород комплексом методов. И-2. Применяет новейшие методы геохимического анализа.	Знать: устройство основных узлов газового хроматографа, пиролитической приставки, масс-спектрометра, рентгеновского дифрактометра и атомно-эмиссионного спектрометра. Уметь: понимать технические регламенты работы на приборах, продемонстрированных в курсе (Agilent 8890-5977B, Hawk, Rock-Eval, MiniFlex 600). проводить стандартные аналитические процедуры (ввод пробы в хроматограф, настройка параметров пиролиза) под руководством оператора. Владеть: навыками подготовки образцов для различных видов анализа (измельчение для XRF/XRD, приготовление препаратов для РЭМ, экстракция битумоидов, пробоподготовка для ГХ-МС анализа).
СПК-4М (6). Способен проводить экспертные работы в области нефтяной геологии и обеспечивать сопровождение прогнозирования, поисков и разведки месторождений углеводородного сырья комплексными литологическим исследованиями с использованием приемов моделирования.	И-1. Оценивает нефтегенерационный потенциал осадочных бассейнов на основе геохимических данных. И-2. Использует геохимические данные для бассейнового моделирования и прогноза зон нефтегазонакопления. И-3. Применяет геохимические методы поисков на разных стадиях ГРП.	Знать: методы оценки типа, зрелости и генерационного потенциала органического вещества (керогена) по данным пиролиза и элементного анализа. Знать роль геохимических данных как входных параметров для 1D, 2D и 3D бассейнового моделирования. Знать принципы геохимических поисков месторождений по первичным и вторичным ореолам рассеяния, геохимические барьеры. Уметь: определять стадии катагенеза ОВ, идентифицировать нефтематеринские породы и оценивать их потенциал на основе

		геохимических параметров, интерпретировать геохимические поля и аномалии для локализации перспективных участков при прогнозировании и поисках УВ-сырья. Владеть: навыками подготовки геохимической информации для программ бассейнового моделирования с целью реконструкции истории генерации и миграции УВ.
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 26 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции), 46 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет. (10 семестр).

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу

Тема (раздел) 1. Введение.	4	2			2		2			2
Тема (раздел) 2. Геохимические методы исследования газов.	4	2			2		2			2
Тема (раздел) 3. Геохимия рассеянного органического вещества.	4	2			2		2			2
Тема (раздел) 4. Пиролитические методы (Rock-Eval).	4	2			2		2			2
Тема (раздел) 5. Геохимия битумоидов.	6	2			2	2	2			4
Тема (раздел) 6. Биомаркеры и газовая хромато-масс-спектрометрия (GC-MS).	6	2			2	2	2			4
Текущая аттестация 1: <i>защита реферата</i>	6	2			2			4		4
Тема (раздел) 7. Спектральные методы анализа.	6	2			2	2	2			4
Тема (раздел) 8. Рентгеноспектральные методы.	6	2			2	2	2			4
Тема (раздел) 9. Комбинированные методы.	6	2			2	2	2			4
Тема (раздел) 10. Геохимические методы поисков.	9	3			3	3	3			6
Тема (раздел) 11. Бассейновое моделирование. Заключение.	9	3			3	3	3			6
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	2							2		
Итого	72			26				46		

Развернутое содержание тем и разделов дисциплины

Содержание лекционных занятий

Часть 1. Введение и общие принципы

- **Тема (раздел) 1. Введение.**

Предмет и задачи геохимии. Направления органической и неорганической геохимии. Знакомство с основными методами геохимических исследований: классические химико-аналитические методы, спектральные методы анализа, рентгеноаналитические методы, изотопные методы, геофизико-геохимические методы, математическое моделирование и компьютерные методы, геохимическая съёмка и картирование. Комплексный подход в геохимических исследованиях. Отбор и подготовка проб, влияние соблюдения методики отбора, хранения и транспортировки проб на качество анализа. Современные тенденции аналитической геохимии. Значение геохимии в современной науке. Связь геохимии с другими науками.

Часть 2. Методы органической геохимии (нефтегазовой)

- **Тема (раздел) 2. Геохимические методы исследования газов.**

Физические свойства углеводородных и неуглеводородных газов. Происхождение и распределение в земной коре, атмосфере и гидросфере. Методы отбора проб газов, хранение и транспортировка. Методы изучения газов с помощью газовой хроматографии, определение молекулярного состава и концентрации. Типы детекторов в газовой хроматографии. Интерпретационные диаграммы на основе молекулярного и изотопного состава газов. Демонстрация работы газового хроматографа на примере Аналитического комплекса для исследования углеводородных объектов различной природы [0756-44-2022].

- **Тема (раздел) 3. Геохимия органического вещества (ОВ).**

Происхождение органического вещества. Первичная и вторичная продукция. Накопление и преобразование ОВ в диагенезе и катагенезе. Окислительные и восстановительные условия накопления. Типы ОВ. Понятие кероген. Определение элементов CNHS на элементном анализаторе. Генерация нефти и газа. Алканы, алкены, ароматические УВ.

- **Тема (раздел) 4. Пиролитические методы (Rock-Eval).**

Основы метода пиролиза. Определение типа и зрелости ОВ методом пиролиза. Приборы для проведения анализа. Основные параметры и их интерпретация. Демонстрация работы приборов Hawk и Rock-Eval, объяснение принципиального различия между ними.

- **Тема (раздел) 5. Геохимия битумоидов.**

Люминесцентно-битуминологический анализ, методика, интерпретация результатов. Экстракция, виды экстракции, пробоподготовка образцов для экстракции, контроль экстракции, нормативные документы по длительности экстракции. Выбор растворителя для экстракции. Экстракция высокоуглеродистых пород, методика ступенчатой экстракции. Методы очистки экстрактов. Исследование экстрактов. Разделение битумоида на фракции (SARA анализ).

- **Тема (раздел) 6. Биомаркеры и газовая хромато-масс-спектрометрия (GC-MS).**

Биомаркерный анализ. Основы метода газовой хроматографии -масс-спектрометрии. Принцип работы масс-спектрометра. Понятие УВ-биомаркеры (хемофоссилии). Параметры УВ-биомаркеров возраста и типа ОВ. Параметры УВ-биомаркеров катагенетической зрелости

ОВ. Биodeградация ОВ и ее определение. Корреляция ОВ-ОВ, нефть-ОВ. Демонстрация Комплекса газовой хромато-масс-спектрометрии Agilent 8890-5977В в комплекте пиролитической приставкой Frontier Lab EGA/PY-3030D [0946-44-2021].

Текущая аттестация 1: защита реферата.

Часть 3. Методы неорганической геохимии.

- **Тема (раздел) 7. Спектральные методы анализа.**

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС), Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), Масс-спектрометрия (МС). Особенности методов, приборная база, пробоподготовка.

- **Тема (раздел) 8. Рентгеноспектральные методы.**

Рентгеновские методы анализа: Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), Рентгеноструктурный анализ (РСА). Особенности методов, приборная база, пробоподготовка. Демонстрация Дифрактометра рентгеновского «MiniFlex 600».

- **Тема (раздел) 9. Комбинированные методы.**

Растровая электронная микроскопия (РЭМ), конфокальная микроскопия. Особенности методов, приборная база, пробоподготовка. Применение многокомпонентных анализаторов и комбинированных систем (например, ICP-MS + LA или XRF + XRD), методы in situ-анализа, позволяющие исследовать минералы в их природном состоянии без разрушения.

Часть 4. Прикладные и интегральные методы

- **Тема 10. Геохимические методы поисков.**

Основные принципы геохимических методов поисков полезных ископаемых. Изучение геохимических ореолов и потоков рассеяния элементов, которые формируются в результате процессов выветривания, миграции и накопления химических компонентов из источника минерализации. Типы геохимических методов поисков. Геохимические барьеры. Геохимическое картирование и интерпретация данных.

- **Тема (раздел) 11. Бассейновое моделирование. Заключение.**

1D, 2D, 3D моделирование осадочных бассейнов. Входные параметры: литостратиграфия, тепловой поток, геохимические данные.

Промежуточная аттестация зачет.

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при защите рефератов с презентацией, при контрольном тестировании и контрольных опросах.

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

Вопрос 1. На какой стадии геохимического исследования возникает наибольший риск искажения результатов, который невозможно исправить впоследствии никакими лабораторными методами?

1. На этапе выбора метода анализа (XRF или ICP-MS).
2. На этапе математической обработки данных.
3. На этапе отбора и хранения проб.
4. На этапе построения графиков и диаграмм.

Вопрос 2. Какая пара методов используется для определения происхождения природного газа (микробное / термогенное) и степени его зрелости?

1. РФЛА + РСА.
2. ГХ (газовая хроматография) + изотопия углерода ($\delta^{13}\text{C}$).
3. АЭС + ААС.
4. РЭМ + LA-ICP-MS.

Вопрос 3. Какой параметр, получаемый методом пиролиза Rock-Eval, характеризует степень преобразованности (зрелости) органического вещества?

1. Водородный индекс (HI).
2. Содержание общего органического углерода (ТОС).
3. Температура максимального выхода углеводородов (T_{max}).
4. Кислородный индекс (OI).

Вопрос 4. Для решения какой прикладной задачи наиболее эффективно используется анализ углеводородов-биомаркеров (хемофоссилий) методом хромато-масс-спектрометрии (GC-MS)?

1. Для определения абсолютного возраста вмещающих пород.
2. Для корреляции «нефть-материнская порода» и оценки степени биodeградации.
3. Для определения содержания петрогенных оксидов (SiO_2 , Al_2O_3).
4. Для изучения морфологии кристаллов.

Вопрос 5. Какой метод является «золотым стандартом» для определения полного химического состава горной породы по петрогенным элементам (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P)?

1. Рентгенофлуоресцентный анализ (XRF).
2. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС).
3. Газовая хроматография (ГХ).
4. Пиролиз (Rock-Eval).

Вопрос 6. Вам необходимо определить содержание редкоземельных элементов (РЗЭ) в единичном включении в минерале размером 50 микрон, не извлекая это включение. Какой метод вы выберете?

1. Рентгеноструктурный анализ (XRD).

2. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС) с предварительным растворением пробы.
3. Лазерная абляция в сочетании с масс-спектрометрией (LA-ICP-MS).
4. Классический силикатный анализ (мокрая химия).

Вопрос 7. С помощью какого детектора газовой хроматографии можно определить только УВ газы?

1. Детектор по теплопроводности (ДТП).
2. Пламенно-ионизационный детектор (ПИД).
3. Пламенно-фотометрический детектор (ПФД).
4. Детектор электронного захвата (ДЭЗ).

Вопрос 8. Что такое «геохимический ореол рассеяния»?

1. Зона, где полезное ископаемое выходит непосредственно на поверхность.
2. Зона вторичного обогащения руд в зоне окисления.
3. Зона повышенных концентраций элементов-индикаторов во вмещающих породах или рыхлых отложениях вокруг рудного тела.
4. Процесс рассеивания хвостов обогащения в речной сети.

Вопрос 9. Какой метод позволяет одновременно получить информацию об элементном составе (спектр) и визуализировать распределение элементов по поверхности минерала (карта)?

1. Рентгеноструктурный анализ (XRD).
2. Растровая электронная микроскопия с энергодисперсионным анализатором (SEM-EDS).
3. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС).
4. Пиролиз (Rock-Eval).

Вопрос 10. Что является ВХОДНЫМИ данными для построения 1D бассейновой модели?

1. Только данные сейсморазведки.
2. Мощности и возраст стратиграфических подразделений, типы литологии, геохимические параметры (ТОС, НІ) и тепловой поток.
3. Только данные о пористости и проницаемости коллекторов.
4. Результаты анализа биомаркеров из нефти.

Ключи к тесту:

1. (3)
2. (2)
3. (3)
4. (2)
5. (1)
6. (3)
7. (2)

8. (3)
9. (2)
10. (2)
- 11.

Примерный перечень тем рефератов (не менее 10 тем):

1. Эволюция методов геохимического анализа. Сравнительный анализ возможностей, точности и областей применения разных методов.
2. Пробоподготовка как критический этап геохимического исследования: анализ рисков и способов минимизации искажений.
3. Геохимия природных газов: методы изучения молекулярного и изотопного состава и их роль в расшифровке генезиса углеводородов.
4. Пиролиз Rock-Eval как экспресс-метод оценки нефтегенерационного потенциала: информативность параметров и ограничения метода.
5. Биомаркеры в геохимии нефти: использование хромато-масс-спектрометрии (GC-MS) для корреляции «нефть–нефть» и «нефть–материнская порода».
6. Рентгенофлуоресцентный анализ (XRF) в современной геологии: от полевых портативных анализаторов до лабораторных волнодисперсионных спектрометров.
7. Лазерная абляция (LA-ICP-MS) как метод локального in-situ анализа: принципы, возможности и примеры применения в минералогии и петрологии.
8. Геохимические методы поисков месторождений: изучение литохимических, гидрохимических и биогеохимических ореолов рассеяния.
9. Бассейновое моделирование (1D–3D) как инструмент интеграции геохимических и геологических данных при прогнозе нефтегазоносности.
10. Современные комбинированные методы исследования вещества: растровая электронная микроскопия (SEM-EDS) и рентгеноспектральный микроанализ (EPMA) в изучении минералов и руд.

Шкала и критерии оценивания результатов устного опроса и реферата по дисциплине

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания: теоретической геохимии	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения: интерпретировать аналитические данные, оценивать качество данных. читать	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные

хроматограммы, масс-спектры, пирограммы Rock-Eval и классифицировать типы керогена по диаграммам Ван-Кревелена.		пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) базовыми навыками в программах для бассейнового моделирования (типа Petromod) и статистической обработки геохимических выборок (Statistica, R или Python).	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачет):

- От каких факторов зависит выбор оптимального метода геохимического анализа при решении конкретной геологической задачи? Приведите пример, когда для изучения одного и того же объекта потребуются разные методы.
 - Почему этап отбора и подготовки проб считается критическим для достоверности геохимических данных? Опишите основные риски загрязнения или искажения состава на примере проб горных пород и рассеянного органического вещества.
 - Какие методы используются для определения компонентного состава природных газов и их генезиса? Как отличить микробный газ от термогенного?
 - Метод пиролиза Rock-Eval. Что означают параметры S1, S2, Tmax и водородный индекс (HI), и как они позволяют оценить тип и зрелость керогена?
 - Опишите последовательность анализа ОВ пород.
 - Что такое углеводороды-биомаркеры (хемофоссилии)? Приведите примеры биомаркеров, используемых для корреляции «нефть–материнская порода» и для оценки степени катагенетической преобразованности.
 - Как по составу органического вещества и продуктам его преобразования можно реконструировать условия осадконакопления (окислительно-восстановительные условия, тип исходной биоты)?
- Шкала и критерии оценивания (шкала и критерии оценивания могут быть едиными (типовыми) для всех дисциплин (модулей), входящих в ОПОП)
- Сравните возможности рентгенофлуоресцентного анализа (XRF) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Для определения каких групп элементов (петрогенные, редкие, рассеянные) предпочтителен каждый из методов?

9. В чем преимущество методов локального анализа (LA-ICP-MS, электронный микрозонд EPMA, SEM-EDS) перед анализом валового состава пробы? В каких геологических ситуациях их применение обязательно?
10. Какие методы используются для диагностики минерального состава породы, а какие — для определения ее химического состава? Возможно ли совмещение этих задач в одном приборе?
11. Что изучает изотопная геохимия? Объясните разницу между применением стабильных изотопов (O, H, C, S) и радиогенных изотопов (Sr, Nd, Pb) в геологических реконструкциях.
12. В чем заключается принцип геохимических поисков месторождений по вторичным ореолам рассеяния? Какие типы ореолов (литохимические, гидрохимические, атмогеохимические) используются при поисках рудных и углеводородных месторождений?
13. Какие данные служат входными параметрами для 1D бассейнового моделирования? Какой результат позволяет получить такая модель и как он используется в прогнозе нефтегазоносности?
14. Предложите комплекс методов для решения следующей задачи: необходимо определить абсолютный возраст циркона из магматической породы, изучить состав микровключений в нем и установить содержание редкоземельных элементов в самом кристалле. Обоснуйте выбор методов.

Шкала и критерии оценивания (шкала и критерии оценивания могут быть едиными (типовыми) для всех дисциплин (модулей), входящих в ОПОП)

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания: законы распределения элементов (по Гольдшмидту), формы нахождения элементов в земной коре, понятия кларков и геохимических барьеров. Теорию нефтегазоматеринских толщ, стадии литогенеза (диагенез, катагенез), химический состав нефти (алканы, цикланы, арены, гетероатомные соединения). Физические основы метода. Изотопную геохимию.	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания

Умения интерпретировать аналитические данные, работать с биомаркерами, выбирать методику.	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности): базовые навыки в программах для бассейнового моделирования (типа Petromod) и статистической обработки геохимических выборок (Statistica, R или Python).	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

7. Ресурсное обеспечение:

а) основная литература:

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. Под ред. Б.А. Соколова. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Моск. ун-та; Издательский центр «Академия», 2004. 415 с.
2. Вассоевич Н.Б. Геохимия органического вещества и происхождение нефти. М, Наука, 1986. 386 с. 3. Логвиненко Н.В. Морская геология, Ленинград, Недра, 1980.
3. Химические методы анализа горных пород Джеффри П. Под ред. Басаргина Н.Н. МИР, Москва, 1973 г., 473 стр.
4. Кременецкий А. А. Прикладная геохимия: современные проблемы и решения //Разведка и охрана недр. – 2006. – №. 7. – С. 24-33.

б) дополнительная литература:

1. Основы теории геохимических полей углеводородных скоплений. Под ред. А.В.Петухова и И.С Старобинца. М., Недра, 1993. 331 с.
2. Справочник по геохимическим методы поисков полезных ископаемых. Ред. А.П.Соколов. Москва, "Недра", 1990, 268 с.
3. Конев В. П. Проблемы поисковой геохимии и оптимальная интерпретация данных геохимического опробования //Уральский геологический журнал. – 2008. – №. 1. – С. 45-55.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com
- поисковые системы www.nbmg.ru, www.elibrary.ru.

г) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Базы, реестры, справочники (свободный доступ, подписки)

д) Перечень программного обеспечения:

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office, любые свободно распространяющиеся программы, требующиеся для освоения дисциплины.

е) Материально-технического обеспечение:

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются учебные аудитории, ПК и мультимедийные проекторы кафедры литологии и морской геологии. Для демонстрации принципа работы приборов и выполнения анализов используются: Дифрактометр рентгеновский «MiniFlex 600», Аналитический комплекс для исследования углеводородных объектов различной природы [0756-44-2022], Комплекс газовой хромато-масс-спектрометрии Agilent 8890-5977В в комплекте пиролитической приставкой Frontier Lab EGA/PY-3030D [0946-44-2021].

8. Язык преподавания – русский

9. Преподаватель (преподаватели) – с.н.с. Видищева О.Н.

10. Разработчики программы: старший научный сотрудник кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии, к.г.-м.н., Видищева О.Н.