

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«25» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

В-ПД Химия горючих ископаемых

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки/ специальность:

05.03.01 Геология

Профиль программы бакалавриата:

Геология и геохимия горючих ископаемых

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от 8 сентября 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Химия горючих ископаемых» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год приема на обучение: 2024

Цель и задачи дисциплины

Целями курса «Химия горючих ископаемых» являются теоретическое ознакомление с составом и свойствами природных газов, нефтей, каменных углей, горючих сланцев их предшественников в биосфере и продуктов изменения в различных обстановках земных недр, а также методами исследования в лаборатории свойств и состава горючих ископаемых на разных аналитических уровнях.

Задачи: освоение дисциплины направлено на приобретение знаний о свойствах и составе каустобиолитов (горючих ископаемых) – основных источников энергетического сырья. Информация о веществе, возможных методах его исследования необходима для понимания, с одной стороны, фундаментальных проблем генезиса и формирования скоплений горючих ископаемых, а с другой, использования данных о составе и свойствах для решения конкретных задач поиска, разведки и рациональной эксплуатации промышленных залежей. Правильное понимание геолого-геохимических процессов образования органического вещества горючих ископаемых и преобразования его на всех стадиях литогенеза невозможно без знания молекулярного состава живого вещества, органического вещества современных и древних отложений, а также состава самих горючих ископаемых.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курс лекций «Химия горючих ископаемых» включены сведения о составе и свойствах органогенных элементов, из которых построены молекулы, как живого вещества, так и горючих ископаемых, – углерода, водорода, азота, серы и кислорода. Рассматривается круговорот углерода в природе и место горючих ископаемых в нем, состав биополимеров живого вещества основных биопродуцентов – фито-, зоопланктона, бактерий и высшей растительности. Большая часть курса посвящена изучению свойств и состава нефти, природного газа и твердых нафтидов, угля и горючих сланцев на разных аналитических уровнях, методов исследования их свойств и состава, с которыми студенты знакомятся и применяют в лабораторных работах. Подробно освещаются современные представления об пространственных (оптических) изомерах, что используется в биомаркерном анализе органического вещества, нефти и других горючих ископаемых.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть, профильные дисциплины профилизации по выбору, курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: освоение дисциплин «Химия», «Физика», «Общая геология», «Введение в органическую геохимию».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1.Б	Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности	Знать: статистические методы обработки фактического материала по составу и свойствам горючих ископаемых и приемы первичной обработки геологического полевого и аналитического лабораторного материала, методы геолого-геохимической интерпретации данных о составе и свойствах горючих ископаемых в конкретных геолого-геохимических условиях недр – в седиментогенезе, диагенезе и катагенезе.

		Уметь: использовать статистические методы геолого-геохимической интерпретации данных о составе и свойствах горючих ископаемых в конкретных нефтегазоносных бассейнах. Владеть: методами статистической обработки геохимических данных на компьютере при моделировании процессов генерации и миграции микронепти и газа.
ОПК-2.Б	Б.ОПК-2. И-1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях геологических процессов для решения профессиональных задач.	Знать: свойства основных органогенных элементов – углерода, водорода, кислорода, азот, серы - и их распространенность в различных оболочках Земли, состав живого вещества основных биопродуцентов – фито-, зоопланктона, бактерий и высшей растительности, органического вещества горючих ископаемых, состав горючих ископаемых на разных аналитических уровнях - элементном, групповом, групповом углеводородном и молекулярном. Уметь: исследовать свойства и состав нефти, газа, угля и оценивать их качество, интерпретировать геолого-геохимические данные для решения вопросов поиска и разведки горючих ископаемых, пользоваться научной литературой для геолого-геохимических обобщений и написания производственных отчетов, анализировать базы данных по свойствам и составу горючих ископаемых и обрабатывать их, используя компьютерные технологии. Владеть: терминологической базой дисциплины – системой терминов и определений, образующих фундаментальную научную основу дисциплины; навыками работы на аналитических приборах для определения элементного, группового, молекулярного состава и свойств горючих ископаемых, приемами первичной обработки геологического полевого и аналитического лабораторного материала и методами его обобщения, методами геолого-геохимической интерпретации данных о составе и свойствах горючих ископаемых.
ОПК-3.Б	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности. Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в	Знать: свойства основных органогенных элементов – углерода, водорода, кислорода, азота и серы и их распространенность в различных оболочках Земли, состав живого вещества основных биопродуцентов органического вещества горючих ископаемых, состав горючих ископаемых на разных аналитических уровнях - элементном, групповом, групповом углеводородном и молекулярном, принцип действия и устройство газовых хроматографов, масс-спектрометров, прибора для определения фракционной разгонки нефти, пиролиза и элементного состава горючих ископаемых и органического вещества пород, а

	соответствии с профилем подготовки	также правила отбора проб углеводородных флюидов и образцов пород, теоретические основы интерпретации геохимических данных. Уметь: работать на аналитических приборах для определения элементного, группового, молекулярного состава и свойств горючих ископаемых, приемами первичной обработки геологического полевого и аналитического лабораторного материала и методами его обобщения, методами геолого-геохимической интерпретации данных о составе и свойствах горючих ископаемых. Владеть: приемами первичной обработки геологического полевого и аналитического лабораторного материала, методами геолого-геохимической интерпретации данных о составе и свойствах горючих ископаемых.
--	------------------------------------	---

4. Объем дисциплины: 4 зачетные единицы, в том числе 72 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, и 36 часов лабораторных занятий, 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации - экзамен.

5. Содержание дисциплины, 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				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение	6	2			2	Повторение материалов курса «Введение в органическую геохимию» - 4
Раздел 2. Биосфера, роль живого вещества в формировании горючих ископаемых	4	4			4	
Раздел 3. Органогенные элементы	6	2			2	Устный опрос - 4
Раздел 4. Состав живого вещества	12	4			4	Устный опрос - 8
Раздел 5. Состав и свойства природных газов	16	4	6		10	Обработка лабораторной работы - 6
Раздел 6. Состав и свойства нефтей	60	8	22		30	Обработка лабораторных работ и устный опрос - 30
Раздел 7. Нафтиды и нафтоиды	14	2	4		6	Устный опрос - 8
Раздел 8. Твердые горючие ископаемые	22	8	4		12	Обработка лабораторной работы и устный опрос - 10
Раздел 9. Принципы построения вещественных и генетических классификаций горючих ископаемых.	4	2			2	Устный опрос - 2
Промежуточная аттестация						<u>экзамен</u>
Итого	144	72				72

Содержание лекций

Содержание разделов дисциплины:

Введение

Знакомство и изучение человеком горючих ископаемых. История возникновения наук органическая геохимия и геохимия горючих ископаемых, их место в ряду других геологических дисциплин.

Цель, задачи и значение курса. Предмет и методы исследования. Возникновение и развитие геохимии горючих ископаемых. «Химия горючих ископаемых» - дисциплина, входящая в геохимию горючих ископаемых, изучающая их состав, свойства и их изменения под действием геологических факторов в пределах седименто-, диа- и катагенеза.

3. Основополагающие работы М.В. Ломоносова, В.И. Вернадского, Г.И. Стадникова, А.Д. Добрянского, В.А. Соколова, В.А. Успенского, О.А. Радченко, Н.Б. Вассоевича, Ал.А. Петрова, Б. Тиссо, Д. Вельте и т.д.

4. Основные современные проблемы геохимии горючих ископаемых: генетические, поисковые, классификационные, терминологические и т.д.

Биосфера, роль живого вещества в формировании горючих ископаемых

1. Биосфера – живая оболочка Земли. Границы и специфические черты биосферы как особой оболочки Земли, выделение в ее пределах более мелких уровней организации живой материи.

2. Органогенные элементы - углерод, кислород, водород, сера, азот - основа живого вещества и горючих ископаемых. Строение атомов, основные свойства, изотопия, распространение в земной коре. Кларки элементов. Круговорот углерода, азота, серы в природе, место горючих ископаемых в круговорот углерода.

3. Состав живого вещества основных биопродукторов - высшей растительности, фито- и зоопланктона, бактерий. Липиды, липоиды и родственные им вещества. Классификация панлипоидинов.

Состав и свойства природных газов

Классификация газов по нахождению в природе – свободные, растворенные и сорбированные. Углеводородные и не углеводородные газы, их состав и физические свойства. Особенности состава газовых смесей чисто газовых, газонефтяных, нефтегазовых и угольных залежей.

Генезис отдельных компонентов природных газов. Газовые гидраты, состав, распространение, условия образования. Первичные и вторичные газоконденсаты, их состав, особенности распространения.

Сланцевый газ, запасы и добыча.

Состав и свойства нефти

Определение понятия "нефть" с позиции состава и генетической сущности. Нефть как жидкий природный углеводородный раствор. Способы изучения состава, основанные на разрушении системы раствора. Аналогичные процессы в природе - образование естественных производных нефти. Сланцевая и искусственная нефть.

Органолептические и основные физические свойства нефти – плотность, вязкость, молекулярная масса, температура потери текучести, оптические свойства - показатель преломления, люминесценция, оптическая активность. Взаимосвязи физических свойств. Обусловленность физических свойств нефти ее химическим составом.

Состав нефти на разных аналитических уровнях. Элементный состав, основные гетеро- и микроэлементы. Групповой состав: масла, смолы, асфальтены, твердые парафины - жидкостно-адсорбционная хроматография. Групповой углеводородный состав – алканы,

циклоалканы, арены. Принципы методов разделения на группы и характеристика групповых компонентов жидкостно-адсорбционная хроматография.

Молекулярный состав нефти. Углеводороды нефти: н-алканы и изоалканы, циклоалканы (нафтены) моноциклические и полициклические, моно- и полиароматические углеводороды. Гомологические ряды, структурные и оптические изомеры, их распределение в нефти. Биомаркеры. Классификации хемофоссилий, их связь с биомолекулами живого вещества. Геохимические параметры, основанные на молекулярном составе нефти – биомаркерный анализ.

Гетероатомные соединения нефти: кислородные, азотистые, сернистые. Хемофоссилии среди них. Молекулярный состав смол и асфальтенов.

Методы исследования нефти на разных аналитических уровнях. Ознакомление с методами Госстандартов (ГОСТ) - определения физических свойств, проведения фракционных разгонок. Принципы методов определения группового и структурно-группового углеводородного состава на основании физических и спектральных свойств. Хроматографические методы определения группового и молекулярного состава нефти. Газовая хроматография, масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия. Инфракрасная спектроскопия.

Нафтиды и нафтоиды

Природные производные нефти – нафтиды, твердые битумы нефтяного ряда.

Нафтиды гипергенетического ряда - мальты, асфальты, окси- и гуминокериты, катагенетического ряда - асфальтиты, кериты, антракосолиты, продукты физической дифференциации - озокериты, керы. Их физические свойства и особенности элементного и группового состава. Химическая классификация нафтидов по элементному и групповому составу.

Нафтоиды – продукты термической деструкции органического вещества в условиях контактового метаморфизма.

Газоконденсаты. Фильтраты. Сходство и различие в углеводородном составе.

Твердые горючие ископаемые

Торф. Физико-химическая структура торфа. Элементный состав. Групповой состав: битумоидный, углеводный, гуминовый комплексы, негидролизуемые вещества, зола. Использование торфа в сельском хозяйстве, животноводстве, медицине.

Бурые угли. Коллоидная система в бурых углях. Отличие по составу от торфов. Унаследованные от восков растений истинные хемофоссилии, терпеноиды, жирные кислоты. Классификация бурых углей. Гумиты и сапропелиты. Особенности состава липтобиолитов. Использование бурых углей для получения жидкого топлива - гидрогенезация.

Каменные угли и антрациты. Элементный состав. Технический и химический анализы. Марки каменных углей. Отличие каменных углей от бурых. Петрографический состав - витринитовые, фюзенитовые и лейптинитовые микрокомпоненты углей (мацералы), их состав и изменение в процессе углефикации. Углефикационные скачки. Понятие о макромолекуле. Полимерная структура угольного вещества. Антрациты.

Сапропели и сапропелиты. Генезис и особенности состава.

Горючие сланцы. Богхеды, кеннели, балхашит, курангит и т.п. Органическое вещество горючих сланцев. Элементный и групповой состав. Состав минеральной части.

Принципы построения вещественных и генетических классификаций горючих ископаемых.

1. Вещественные классификации и типизации нефтей по составу и свойствам. Вещественно-генетические классификации нефтей. Распределение нефтей разных классов и типов в основных нефтегазоносных бассейнах мира.

2. Классификация углей разных типов в основных угольных бассейнах.

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

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

В течение преподавания курса «Химия горючих ископаемых» в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются такие формы, как заслушивание *и оценка доклада по теме реферата, контрольные работы по темам лекций с оценкой*, собеседование при приеме результатов лабораторных практических работ с оценкой. По итогам выполнения и сдачи практических работ проводится зачет, а по итогам обучения в конце 3 семестра во время зимней экзаменационной сессии проводится экзамен.

Лабораторные работы

Индивидуальная работа под руководством преподавателя и самостоятельная работа в лаборатории нафтидов кафедры Геологии и геохимии горючих ископаемых.

В лабораторные работы включено выполнение 10 задач, иллюстрирующих содержание лекционного курса; органолептическая характеристика разнообразных нефтей и естественных производных нефти (нафтидов), как продуктов изменения нефтей под воздействием геолого-геохимических факторов. Определение основных физических и оптических свойств нефтей и газоконденсатов. Изучение группового, группового углеводородного и молекулярного состава нефти. Ознакомление с методами изучения рассеянного органического вещества пород, как источника в процессе генерации соединений нефти в главной зоне нефтеобразования.

Задачи практикума включают:

Способы определения физических свойств нефти, газа, угля.

Методы определения группового и структурно-группового состава жидких нафтидов.

Методы определения молекулярного состава газа, бензиновых и средних фракций нефти, битумоидов органического вещества. Колоночная жидкостно-адсорбционная, газовая, газо-жидкостная хроматография.

Технический анализ угля.

Люминесцентный метод изучения рассеянного органического вещества пород.

Индивидуальная работа под руководством преподавателя проводится для закрепления теоретической части курса путем изучения комплекта наглядных пособий в виде схем, рисунков, классификационных схем, текстов "Практикума по геохимии горючих ископаемых" (Соболева Е.В., Гусева А.Н., 2004 г.). Кроме этого, студенты самостоятельно готовятся по литературным источникам (учебник «Химия горючих ископаемых» Соболева Е.В., 2023 г) к пониманию теоретической основы экспериментальных задач, получая консультации у преподавателя, и обсуждают с преподавателем результаты уже выполненных лабораторных заданий, оформляют их расчетную часть, рассчитывают и строят графики, используя компьютерные программы.

Самостоятельная работа вне учебных помещений состоит в проработке лекционного материала для сдачи задач с использованием рекомендуемой литературы в библиотеке Геологического факультета.

Рекомендуемые задачи практических лабораторных занятий:

- | | |
|------------------|---|
| Задача №1 | Определение фракционного состава нефти (фракционная разгонка нефти) |
| Задача №2 | Определение показателя преломления нефтяных фракций |
| Задача №3 | Определение плотности нефти и нефтяных фракций |

Задача №4	Определение молекулярной массы нефти и нефтяных фракций
Задача №5	Определение температуры застывания (потери текучести) нефти
Задача №6	Определение содержания серы в нефти
Задача №7	Определение группового состава нефти методом жидкостно-адсорбционной хроматографии
Задача №8	Структурно-групповой анализ нефтяных фракций
Задача №9	Анализ бензиновых фракций нефти методом газожидкостной хроматографии
Задача №10	Анализ средней части нефти методом газожидкостной хроматографии
Задача №11	Анализ газов методом газовой хроматографии
Задача №12	Хромато-масс-спектрометрический анализ нефти
Задача №13	Технический анализ угля
Задача №14	Химический анализ угля

Вопросы для опросов (примеры)

1. Как определить температуру начала кипения (НК) нефти?
2. Что представляет собой физический процесс кипения?
3. В чем сущность разделения многокомпонентных углеводородных растворов?
4. Единицы измерения абсолютной и относительной плотности?
5. Методы определения плотности нефтепродуктов?
6. Принципы жидкостно-адсорбционной хроматографии (ЖАХ)?
7. Органические растворители, применяемые при ЖАХ, их состав.
8. Принципы разделения углеводородов методом газожидкостной хроматографии.
9. Что такое «время удерживания», что эта величина отражает и от чего зависит?
10. Что такое «подвижная» и «неподвижная» фазы?
11. Углеводороды, входящие в насыщенную фракцию. Формулы.
12. Компоненты ненасыщенной фракции. Формулы.
13. Что такое «осколок ионизации»?
14. Выход летучих веществ в бурых, каменных углях и антрацитах?
15. Как выход летучих используется в классификации каменных углей?
16. Химический состав летучих веществ?
17. . Какие компоненты экстрагируются из углей органическими растворителями?
18. Какие ингредиенты углей содержат гуминовые кислоты?

Шкала и критерии оценивания результатов опросов по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»
Что представляет собой физический процесс кипения? В чем сущность разделения многокомпонентных углеводородных растворов? Принципы разделения углеводородов методом газожидкостной хроматографии?	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания
Что такое «осколок ионизации»? Какие компоненты экстрагируются из углей органическими растворителями? Какие ингредиенты углей содержат гуминовые кислоты?	Знания отсутствуют	В целом успешные ответы
Принципы жидкостно-адсорбционной	Навыки	Фрагментарное

хроматографии (ЖАХ)? Какие компоненты экстрагируются из углей органическими растворителями? Методы определения плотности нефтепродуктов?	отсутствуют	владение
--	-------------	----------

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Как определить температуру начала кипения (НК) нефти?
2. Что представляет собой физический процесс кипения?
3. В чем сущность разделения многокомпонентных углеводородных растворов?
4. Единицы измерения абсолютной и относительной плотности?
5. Методы определения плотности нефтепродуктов?
6. Принципы жидкостно-адсорбционной хроматографии (ЖАХ)?
7. Органические растворители, применяемые при ЖАХ, их состав.
8. Принципы разделения углеводородов методом газожидкостной хроматографии.
9. Что такое «время удерживания», что эта величина отражает и от чего зависит?
10. Что такое «подвижная» и «неподвижная» фазы?
11. Углеводороды, входящие в насыщенную фракцию. Формулы.
12. Компоненты ненасыщенной фракции. Формулы.
13. Что такое «осколок ионизации»?
14. Выход летучих веществ в бурых, каменных углях и антрацитах?
15. Как выход летучих используется в классификации каменных углей?
16. Химический состав летучих веществ?
17. . Какие компоненты экстрагируются из углей органическими растворителями?
18. Какие ингредиенты углей содержат гуминовые кислоты?

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: теоретических основ интерпретации геохимических данных	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: исследовать свойства и состав нефти, газа, угля и оценивать их качество, интерпретировать геолого-геохимические данные для решения вопросов поиска и разведки	Умения отсутствуют	В целом успешное	Успешное, но содержащее отдельные незначительные пробелы	Успешное умение использовать полученные знания

горючих ископаемых				
Владения: навыками работы на аналитических приборах для определения элементного, группового, молекулярного состава и свойств горючих ископаемых	Навыки отсутствуют	Фрагмента рное владение	Преимуществен но сформировано	Владение освоено

7. Ресурсное обеспечение:

а) основная литература:

- Соболева Е.В., Химия горючих ископаемых. М.: МГУ, 2023. 316 с.
- Соболева Е.В., Гусева А.Н., Практикум по геохимии горючих ископаемых. М.: МГУ, 2004.

б) дополнительная литература:

- Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. 3-е издание, М.: изд-во МГУ, 2012. 413 с.
- Вассоевич Н.Б. Геохимия органического вещества и происхождение нефти. М.: Наука, 1986. 368 с.
- Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гагарин С.Г. Классификация горючих ископаемых по структурно-химическим показателям и основные пути использования ископаемых углей. М.: ООО «НТК «Трек», 2007.
- Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: Бином Лаборатория знаний, 2003.
- Соколов В.А., Бестужев М.А., Тихомолова Т.В. Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением. М.: Недра, 1972.
- 8. Соболева Е.В., Мерчева В.С., Серебряков О.И., Серебряков А.О. Химия горючих ископаемых, Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2013.
- Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. М.: Мир, 1981. 501 с.
- Успенский В.А. Введение в геохимию нефти. Л.: Недра, 1970. 309 с.

- Перечень лицензионного программного обеспечения: нет
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: “International Journal of Coal Geology” и др. периодические издания.
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: нет
- Описание материально-технической базы:
 - а) Лекционные аудитории с проектором и экраном

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель (преподаватели) – доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидат геол.-мин. наук Соболева Е.В.

10. Автор (авторы) программы – доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидат геол.-мин. наук Соболева Е.В.