

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____/Д.Ю.Пущаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геология и геохимия горючих ископаемых

Авторы-составители: Соболева Е.В., Полудеткина Е.Н.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. №1674

Год (годы) приема на обучение – 2016.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Геология и геохимия нефти и газа» является накопление и систематизация знаний о генерации, аккумуляции углеводородных флюидов и образование твердых битумов нефтяного ряда, угля, горючих сланцев, консервации залежей, а также условиях залегания этих полезных ископаемых в недрах Земли, что необходимо для целенаправленного их изучения, поиска, разведки и промышленного освоения.

Задачи

- получение сведений о геолого-геохимических процессах образования ОВ горючих ископаемых и преобразования его на всех стадиях литогенеза;
- ознакомление с молекулярным составом живого вещества, органического вещества современных и древних отложений, а также состава самих горючих ископаемых.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО – профессиональный цикл, общепрофессиональные дисциплины, курс – IV, семестр – 8

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:
курс базируется на таких дисциплинах как «Химия», «Физика», «Общая геология», «Историческая геология», «Геофизика», «Минералогия», «Литология», «Структурная геология» пр.

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

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины (модуля):

Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями:**

- Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (ОПК-4.Б).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- эволюцию природных органических соединений от живого вещества до горючих ископаемых; пути и механизм превращения биологических систем в геологические объекты, их преобразование в седиментогенезе, диагенезе и катагенезе; условия формирования скоплений нефти, нефтидов, природного газа, угля и горючих сланцев; элементы нефтегеологического районирования, условия и закономерности формирования скоплений нефти, газа, пластов угля, закономерности размещения месторождений углеводородных флюидов и твердых горючих ископаемых;
- принципы вещественно-генетических классификаций каустобиолитов, закономерности изменений свойств и состава углеводородных флюидов;
- требования, предъявляемые к геологическим полевым материалам и документации, действующие стандарты по ее оформлению

Уметь:

- использовать современные методы анализа вещества нефти, природного газа, угля и горючих сланцев, математической обработки получаемой геологической и геохимической информации; современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;
- графически отображать залежи нефти и/или газа, пластов угля с помощью карт и профильных разрезов по скважинам;
- выделять и анализировать в разрезе нефтегазоносных бассейнов нефтидные (углеводородные) системы;
- анализировать базы данных по свойствам и составу горючих ископаемых, фильтрационно-емкостным свойствам пород коллекторов и обрабатывать их, используя компьютерные технологии;
- пользоваться научной литературой для геолого-геохимических обобщений и написания производственных отчетов.

Владеть:

- терминологической базой дисциплины – системой терминов и определений, образующих фундаментальную научную основу дисциплины;
- методами геологических и геохимических исследований, правилами и условиями выполнения геологических работ.
- методами геолого-геохимической интерпретации данных о составе и свойствах горючих ископаемых.

4. Формат обучения – лекционные занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 1 зачетную единицу, в том числе 22 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (26 часов – занятия лекционного типа), 14 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации - зачет.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

«Геология и геохимия нефти и газа», как и другие науки о Земле, имеет собственные объекты исследования и цели. Объектами этой дисциплины являются органическое вещество нефтегазоматеринских пород, углеводородные флюиды – нефть и газ, залежи и месторождения нефти, природного газа, твердых битумов нефтяного ряда и твердых горючих ископаемых – угля, горючих сланцев, представляющие промышленный интерес, а также нефтегазоносные и угольные бассейны разного типа.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа		Всего
Раздел 1. Генерация, аккумуляция, миграция; Природные резервуары, ловушки и залежи нефти и газа		10			10	
Раздел 2. Нефтегазоносные бассейны		6			6	
Раздел 3. Твердые горючие ископаемые		6			6	
Промежуточная аттестация					<u>зачет</u>	
Итого	36		22		14	

Содержание дисциплины:

Введение

Цель, задачи и значение курса. Предмет и методы исследования. Положение геологии и геохимии горючих ископаемых в ряду других наук. Возникновение и развитие геологии и геохимии горючих ископаемых. основополагающие работы В.И. Вернадского, И.М. Губкина, И.О. Брода, А.Ф. Добрянского, В.А. Соколова, В.А. Успенского, Н.Б. Вассоевича, В.Б.Оленина, И.В.Высоцкого, Б. Тиссо, Д. Вельте, Дж. Хант, Дж. Молдована и др. Основные современные проблемы геохимии горючих ископаемых: генетические, поисковые, терминологические, классификационные. Эволюция взглядов на происхождение нефти и газа; увеличение роли геохимии и химии нефти в развитии геологии нефти и газа. Значение нефти, газа и угля в экономике, их место в топливно-энергетическом балансе. Роль нефти и газа в энергетическом балансе развитых стран мира.

История освоения человечеством нефти, природного газа, промышленной их добычи. Осветительный, топливный и моторный периоды использования нефти. Начальный период нефтедобычи в России. Становление и развитие сырьевой базы нефтедобывающей и газовой промышленности в СССР.

Мировая добыча нефти, газа, угля; распределение добычи по основным нефтегазодобывающим и угледобывающим странам. Количество открытых в мире месторождений нефти и газа; месторождения – гиганты. Развитие добычи нефти и газа на шельфе мирового океана.

Основные нефтегазодобывающие и угледобывающие районы России и Таджикистана. Перспективы освоения нефтегазовых ресурсов Таджикистана, Сибири, Дальнего Востока, Арктического побережья и шельфа северных морей России.

Нефть, природный газ, их свойства и состав

- 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.
- Элементный состав, основные гетеро- и микроэлементы. Изотопный состав органических элементов, использование соотношения стабильных изотопов углерода для генетических реконструкций. Групповой состав: масла, смолы, асфальтены, твердые парафины.
- Молекулярный состав нефти. Углеводороды (УВ) нефти: n-алканы и изоалканы, циклоалканы (нафтены) моноциклические и полициклические, моно- и полиароматические углеводороды (ПАУ). Гомологические ряды, структурные и оптические (эпимеры) изомеры, их распределение в нефти. Биомаркеры и биомаркерный анализ. Структурная связь хемофоссилий с молекулами липидов и липоидов живого вещества фито-, зоопланктона, бактерий, высшей растительности. Гетероциклические соединения нефти: кислородные, азотистые, сернистые. Молекулярный состав смол и асфальтенов (САВ).
- Классификация природных газов по нахождению в природе – свободные, растворенные и сорбированные. Состав природных газов: углеводородные (алканы и алкены) и неуглеводородные (диоксид углерода, оксид углерода, кислород, сероводород, азот, инертные газы). Физические свойства газов (плотность по воздуху, температура плавления и кипения, критическая температура, растворимость в воде и нефти). Особенности состава газовых смесей чисто газовых, газонефтяных, нефтегазовых залежей. Давление насыщения. Газовый фактор. Генезис отдельных компонентов природных газов.

- Газовые гидраты, состав, свойства, кристаллическая структура, условия образования, особенности распространения, геологические и геохимические показатели гидратообразования.
- Сырой и стабильный конденсат. Первичные и вторичные газоконденсаты, их состав, распространение.

Генерация нефти и газа - преобразование органического вещества пород на разных стадиях литогенеза

Формирование органического вещества (ОВ) осадков и пород из некромы основных биопродуцентов – фито-, зоопланктона, бактерий и высшей растительности. Биомасса и биопродуктивность. Факторы, контролирующие биопродуктивность в морских обстановках: свет, температура, количество и состав минеральных веществ, наличие течений, газовый режим, высота водной толщи и др. Главный фактор — питательные вещества.

ОВ в литогенезе. Формирование горючих ископаемых на разных стадиях литогенеза: седиментогенеза, диагенеза и катагенеза.

Распределение ОВ в осадочных породах, рассеянное ОВ (Сорг до 2,5%) - РОВ и концентрированное ОВ - КОВ. Доманикиты (Сорг > 5%), доманикоиды (от 1-(0,5) до 5%), субдоманикоиды (от 0,3 до 0,5%), собственно сапропелиты (> 25%).

Сапропелевый, гумусовый и смешанный типы ОВ. Использование молекулярного состава ОВ и нефти для определения типа исходного ОВ: n-алканы и изопреноиды, стераны и моно- и триароматические стероиды, «фирменные» биомаркеры – отпечатки пальцев.

Растворимые компоненты ОВ - гуминовые вещества и битумоиды. Групповой состав битумоидов (масла, смолы, асфальтены). Степень битуминизации ОВ, битумоидный коэффициент ($\beta = (ХБА/Сорг) \cdot 100\%$). Типы битумоидов: автохтонный, или сингенетичный ($\beta < 20-25\%$), аллохтонный или эпигенетичный ($\beta > 40-50\%$), паравтохтонный ($\beta > 20\%$), остаточный ($\beta - 2-3\%$). Микронепть. Нерастворимая в водных растворах щелочей и в органических растворителях часть ОВ - кероген.

Седиментогенез. Формы ОВ в водной толще. Аккумуляцию и консервацию ОВ в осадках определяют: скорость накопления минеральных частиц, их размер, состав, окислительно-восстановительная обстановка в осадке (Еh), высота столба воды и др. Осадок, представляют собой поверхность раздела, через которую ОВ переходит из биосферы в геосферу – биополимеры переходят в геополимеры. Выделяется три этапа: биохимическое разложение; поликонденсация; переход в нерастворимое состояние. Устойчивость различных компонентов ОВ к биохимическому разложению: белки → целлюлоза → лигнин → липиды и липоиды (триглицериды, кутины, воски, смолы и т.п.). Относительное накопление липидов и липоидов, образование хемофоссилий. Поликонденсация - образование нерастворимых полимерных структур.

Диагенез — биохимическая стадия преобразования ОВ и осадка. Аэробное и анаэробное окисление. Восстановление фитола до фитана и окисление фитола до пристана. Трансформация липидов и липоидов в геолитоидины и геополимерлиитоидины - нерастворимые компоненты керогена - основного поставщика УВ в катагенезе.

Катагенез - направленный по действию комплекс постдиагенетических процессов, протекающих в осадочных породах вплоть до их превращения в метаморфические. Область катагенеза в стратиффере: температуры от 25 до 300-350°C, геостатическое давление до 250-300 мПа, глубины зон катагенеза от 0,3-1 км до 15-20 км. Главный источник тепла в недрах. Роль температуры, давления и геологического времени в преобразовании ОВ в катагенезе. Подстадии (ПК- прото-, МК- мезо-, АК- апокатагенез) и градации (ПК1-3, МК1-5, АК1-4) катагенеза. Оптические (отражательная способность витринита в масле (Ro Vt), геохимические и физико-химические методы определения степени катагенетической преобразованности органического вещества (ОВ). Элементарный

состав керогена, выход битумоидных компонентов, состав битумоидов, коэффициенты «зрелости» по полициклическим хемофоссилиям. Метод пиролиза Rock-Eval (Tmax).

Типы керогена: I тип – сапропелевый, II – смешанный, III – гумусовый. Классификация по атомарному соотношению углерода, водорода и кислорода. Диаграмма Ван-Кревелена.

Главная фаза нефтеобразования (ГФН), главная зона нефтеобразования (ГЗН), градации катагенеза – МК1-МК3 (температуры 60-1800С, $R_o=0,5-1,15\%$). Новообразование и преобразование УВ и пред-УВ, десорбция микронепти, ее отрыв от материнского ОВ и от минеральных компонентов породы и их интенсивная миграция. Границы ГЗН в бассейнах разных типов и возрастов образования. Стадийность процессов нефтеобразования. Общий ход генерационных процессов в ГФН. Главная зона конденсатообразования (ГЗК) (МК4 – МК5, $R^o=1,17-1,55\%$), главная зона газообразования (ГЗГ) (МК5-АК1, $R_o=1,55-2,5\%$).

Критерии выделения нефтегазоматеринских пород (НГМП) и оценка их генерационного потенциала. Количество ОВ (Сорг.), его качественный состав (сапропелевое или смешанное – существенно сапропелевое), степень катагенетической превращенности пород и ОВ. Неотъемлемое свойство НГМП – способность рожать и отдавать УВ, в том числе и жидкие (микронепть).

Коллекторы и флюидоупоры

Природный резервуар, коллекторы, флюидоупоры (покрышки), литологический состав. Типы пустотного пространства пород коллекторов, фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) – пористость, проницаемость и остаточная водонасыщенность, их зависимость от минерального состава, формы и размера зерен, их окатанности и сортировки, наличия и состава цемента. Пористость общая, открытая, эффективная, коэффициент пористости. Первичная и вторичная пористость. Проницаемость абсолютная, фазовая, (эффективная), относительная, единицы измерения.

Первичная и вторичная миграция нефти и газа

Виды миграции – первичная, вторичная, третичная или дисмиграция.

Первичная миграция – перемещения флюидов внутри НГМП и переход в коллектор, первичная аккумуляция на границы НГМП – коллектор-проводник. Гидростатическое, геостатическое, поровое давление, аномально высокое пластовое давление (АВПД). Силы способствующие миграции – диффузия, архимедова сила, капиллярные силы, градиент давления. Причины возникновения АВПД. Формы миграции УВ – в водорастворенном состоянии: в виде истинных молекулярных, коллоидных, мицеллярных растворов; газовых растворов, самостоятельной непрерывной фазе.

Вторичная миграция – перемещение углеводородных флюидов по пласту-проводнику до ловушки. Кровельная и подошвенная миграция. Силы, способствующие вторичной миграции. Струйная миграция. «Тонельный» эффект Р. Коллинза. Направление миграции – латеральная, вертикальная. «Тальвеговая» теория К. Кравченко. Концепция точки перелива. Причины и пути вертикальной миграции, прорыв покрышки, точки утечки. Дальность и скорость миграции. Миграционные потери.

Природные резервуары, ловушки и залежи нефти и газа

Природные резервуары. Типы природных резервуаров – пластовые, массивные, литологически ограниченные со всех сторон.

Ловушки нефти и/или газа. Классификации ловушек А. Леворсена (1967 г.): структурные, стратиграфические и комбинированные. Генетико-морфологическая классификация ловушек В.Б.Оленина (1977 г.): выступы, ловушки экранирования, линзы и линзовидные ловушки.

Залежи нефти и/или газа. Строение антиклинальной пластово-сводовой залежи. Замкнутый контур залежи, «нулевая изопакхита», точка перелива. Классификации залежей (Брод И.О., Леворсен А.В., Оленин В.Б.). Генетическая классификация О.К. Баженовой, Б.А.Соколова (2012 г.) – тектонический и седиментационно-стратиграфический типы. Примеры залежей разных классов.

Месторождения нефти и газа.

Классификация месторождений нефти и/или газа по разным признакам: по запасам УВ-сырья; числу залежей; генезису и строению ловушек, с которыми они связаны; составу флюидов; геотектоническому положению и др. Классификация по генетическому и морфологическому признакам В.Б.Оленина, О.К. Баженовой, Б.А.Соколова (2012 г.): типы - голоморфного (полного) складкообразования, структурных элементов диапиризма, отраженного складкообразования, разрывообразования, рифогенные, седиментогенные, эрозионно-денудационных структурных элементов. Примеры месторождений разных классов с типичными ловушками.

Нафтиды и нафтоиды

Классификация нафтидов и нафтоидов. Три основные генетические линии битумогенеза: гипергенная, термально-метаморфическая, фильтрационно-миграционная.

Нафтиды. Классификация В.А.Успенского (1955) по элементному и групповому составу. Гипергенетический ряд - мальты, асфальты, оксикериты, гуминокериты. Киры, альгариты, элатериты. Термально-метаморфический ряд - асфальтиты, кериты, антраксолиты. Миграционно-фильтрационный ряд - фильтраты, конденсаты, озокериты и киры.

Нафтоиды. Недифференцированные (α -нафтоиды) и рафинированные (в основном углеводородного состава) - β - нафтоиды и γ -нафтоиды. Шунгит. Парафиниты, олефиниты, элатериты, кертизитиды.

Нефтегазоносные бассейны

Нефтегазоносный бассейн (НГБ). Границы НГБ. Тектоническое положение. Элементы нефтегеологического районирования - залежь, месторождение, зона нефтегазонакопления, нефтегазоносный район, нефтегазоносная область, нефтегазоносный бассейн. Эволюция осадочно-породного бассейна.

Эволюционно-тектоническая классификация НГБ (Баженова О.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е., 2012). Зависимость нефтегазоносности НГБ от направления и уровня его развития, определяемые тектонической природой НГБ. Платформенный тип НГБ. Подтипы по геотектоническому положению на платформе: внутриплатформенные, окраинно-платформенные, перикратонно-океанические (пассивных окраин). Разделение по эволюции развития на классы. Примеры НГБ разных классов (Западно-Сибирский, Волго-Уральский, Прикаспийский, НГБ Сибирской платформы): геологическое строение, нефтегеологическое районирование, нефтегазоносные комплексы, классы месторождений. Бассейны переходного типа - атлантического побережья Африки и Южной Америки (НГБ Кампос). НГБ подвижных поясов. Подтипы – островодужный и орогенный. Связь островодужных НГБ (классы - преддуговые, междуговые и тыльнодуговые.) с историей возникновения островных дуг и окраинных морей. Примеры НГБ разных классов (Сулу-Палаванский и др.). Орогенный подтип НГБ окраинно-континентальных орогенов. Примеры НГБ разных классов (Сахалино-Охотский, Центральносуматринский, Южно-Каспийский, НГБ Центральной и Южной Америке (Калифорния, Венесуэлла), Ферганский). НГБ современных пассивных (западное и восточное побережье Атлантического океана) и активных окраин континентов.

Происхождение нефти и газа

Концепции нефтеобразования - биогенная (органическая) и глубинная абиогенная (минеральная, неорганическая). Развитие взглядов на происхождение нефти с 19 века до настоящего времени.

Неорганическая или минеральная концепция, первые гипотезы - карбидная, вулканическая и космическая. Сущность минеральной концепции. Химическая база минеральной гипотезы - синтез УВ по методу «Фишера-Тропша». Критика положений неорганических гипотез.

Органическая или биогенная концепция. М.В. Ломоносов (1757—1759 гг.) обосновал идею об образовании ископаемых каменных углей и нефти. Суть осадочно-миграционной теории образования нефти, которая объясняет основные особенности распространения,

условия залегания и состава нефти. Современные гипотезы нефтеобразования, развиваемые в рамках биогенной концепции. Дискуссионные вопросы биогенной концепции.

Твердые горючие ископаемые

Торф и сапрпель. Уголь. Место угля среди других горючих ископаемых. Условия превращения растительного вещества в уголь. Этапы углеобразования. Растения торфообразователи. Петрографический состав, метаморфизм угля (катагенез), Качество углей, показатели качества углей. Классификация углей. Направление использования углей. Горючие сланцы. Метан угольных пластов.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Геология и геохимия нефти и газа» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в виде лекций (24 часа) с презентациями с использованием компьютера и проектора, Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке к сдаче теоретических основ лекционного курса, подготовки к контрольным) и индивидуальную работу студента в дисплейном классе и библиотеке геологического факультета (46 часов)

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных лабораторных/практических/расчетных работ (при наличии).

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы/опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы контрольных работ :

1. Хемофоссилии, определение.
2. Групповой состав. Состав смол. Формулы молекул нейтральных смол и некоторых фрагментов молекул кислых смол.
3. Как отражается групповой состав на физических свойствах нефти.
4. Основные физические свойства нефти. Плотность, единицы измерения.
5. Оптические свойства нефти. Оптическая активность с примерами формул молекул.
6. Основные физические свойства нефти. Вязкость, единицы измерения.
7. Алканы. Нормальные алканы. Примеры, формулы.
8. Изопреноидные алканы, оптические изомеры фитана и пристана, формулы, обозначения биоэпимеров и геоэпимеров.
9. Нафтены. Их классификация. Стераны с примерами (формулы). Гео- и биоэпимеры.

Примерные темы рефератов по разделам дисциплины:

1. Запасы, добыча нефти и газа в России и за рубежом
2. История изучения твердых горючих ископаемых.
3. Роль живого вещества в генерации нефти и угля.
4. Место горючих ископаемых в круговороте углерода.
5. Изменения и вариации основных физико-химических характеристик нефти
6. Физические свойства нефти. Плотность, показатель преломления, молекулярная масса, вязкость, оптическая активность.

7. Принципы классификаций горючих ископаемых.
8. Молекулярные фоссилии – хемофоссилии, биомаркеры.
9. Полициклические нафтеносодержащие углеводороды нефти.
10. Классификации ловушек и залежей нефти и/или газа
11. Нефтегазоносные бассейны платформ.
12. Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн.
13. Классификации углей.
14. Мацеральный состав угля.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Биомаркерный анализ, основные задачи, которые он решает.
2. Основные группы биопродуцентов ОВ для горючих ископаемых – нефти, угля
3. Групповой состав. Состав масел. Формулы молекул соединений, входящих в масла.
4. Групповой состав. Состав асфальтенов. Формулы некоторых фрагментов молекул асфальтенов.
5. Диапазон изменения температур, геостатического давления и глубины зоны
6. Изотопный состав углерода нефти и ее компонентов.
7. Методы определения индивидуального состава алканов в нефти и ОВ, примеры с формулами.
8. Нефтематеринские породы. Критерии их выделения. Примеры
9. Гомологические серии изопреноидных УВ. Примеры, формулы.
10. Нафтены. Их классификация. Трициклические циклоалканы с примерами (формулы). Гео- и биоэпимеры.
11. Нафтены. Их классификация. Гопаны с примерами (формулы). Гео- и биоэпимеры.
12. Нафтены. Их классификация. Пентациклические с циклогексановыми кольцами с примерами. Гео- и биоэпимеры.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная 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.
- Соболева Е.В., Гусева А.Н., Химия горючих ископаемых. М.: МГУ, 2010. 312 с.

- дополнительная литература:

- 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.
- Оленин В.Б. Нефтегеологическое районирование по генетическому признаку, М.: Недра, 1977. 218 с.
- Семенович В.В. и др. Основы геологии горючих ископаемых. М.: Недра, 1987. 397 с.
- Калинин М.К. Геология и геохимия нафтидов. М.: Недра, 1987.
- Муратов В.Н. Геология каустобиолитов. М.: Высшая школа, 1970.
- Соболева Е.В., Гусева А.Н., Практикум по геохимии горючих ископаемых. М.: МГУ, 2004.

- Соколов В.А., Бестужев М.А., Тихомолова Т.В. Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением. М.: Недра, 1972.
- Peters K.E., Walters C.C., and Moldowan J.M. The biomarker guide. Second edition. Cambridge University Press, 2005.
- 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.
- Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. М.: Мир, 1982. 703 с.
- Stephen D Killops, Vanessa J Killops. An Introduction to Organic Geochemistry, Longran Group UK Ltd, 1993.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Д) Материально-технического обеспечение:

Лекции читаются в специализированной аудитории, где имеются условия для чтения лекций с презентациями: компьютер, экран и проектор. Для самостоятельной работы студентов - дисплейные классы кафедр Геологического факультета, все компьютеры имеют выход в Интернет, в помещениях кафедр имеются принтер, сканер, ксерокс, а также фонды библиотеки.

10. Преподаватель (преподаватели) – Полудеткина Е.Н.

11. Автор (авторы) программы – Соболева Е.В., Полудеткина Е.Н.