

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

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Еремин/
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Литология резервуаров нефти и газа

Автор-составитель: Ю.В. Ростовцева, Е.В. Карпова

Уровень высшего образования:
магистратура (ИМ)

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и полезные ископаемые

Магистерская программа
Литология

Форма обучения:
Очная

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

Москва

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*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© 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

Целью курса «Литология резервуаров нефти и газа» является ознакомление магистрантов с методологией и методами исследования вещественного состава, структуры, текстуры, генезиса и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) традиционных (карбонатных и терригенных) пород-коллекторов.

Задачи - получение знаний: об особенностях строения традиционных пород-коллекторов, о влиянии седиментационных и постседиментационных процессов на формирование ФЕС в резервуарах нефти и газа, зависимости коллекторских свойств от литологии пород, основных механизмов образования пустотного пространства обломочных и карбонатных пород.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Литология резервуаров нефти и газа» рассматриваются особенности строения традиционных (терригенных и карбонатных) пород-коллекторов, их вещественные, структурные и текстурные характеристики с определением первичных генетических признаков и стадийных преобразований. Обсуждаются основные показатели, определяющие фильтрационно-емкостные свойства осадочных пород. Характеризуются основные типы пустотного пространства, а также процессы, приводящие к формированию как первичной, так и вторичной пористости. Разбираются вопросы зависимости коллекторских свойств от условий накопления, породообразования и вторичного преобразования карбонатных и обломочных пород.

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 освоение дисциплин «Литология», «Методы изучения осадочных образований», «Стадиальный анализ литогенеза», «Учение о фациях и палеогеография», «Методы исследования керна скважин», «Литология нефтематеринских отложений», «Генетический анализ осадочных отложений нефтегазоносных бассейнов»

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-2.М. Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности. (формируется частично).	М.ОПК-2. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: Строение нефтегазоносных комплексов; понятия «коллектор» и «природный резервуар»; основные свойства пород-коллекторов. Причины и условия, формирующие коллекторы и влияющие на изменение коллекторских свойств пород. Основы классификации коллекторов.
ПК-2.М. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью	М.ПК-2. И-1. Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт	Уметь: Распознавать генетические признаки формирования карбонатных и терригенных коллекторов. Соотносить их с процессами формирования пустотного пространства на стадии седиментогенеза. Распознавать признаки

<p>современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично)</p>	<p>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)..</p>	<p>постседиментационного формирования свойств коллекторов. Выявлять факторы и механизмы образования вторичного пустотного пространства в карбонатных и терригенных коллекторах.</p>
<p>СПК-4.М (6). Способен проводить экспертные работы в области нефтяной геологии и обеспечивать сопровождение прогнозирования, поисков и разведки месторождений углеводородного сырья комплексными литологическими исследованиями с использованием приемов моделирования (формируется частично)</p>	<p>Владеет приемами изучения продуктивных пластов для определения особенностей строения традиционных и нетрадиционных пород-коллекторов</p>	<p>Владеть: обобщением информации в связи с историко-геологическими этапами формирования и эволюции осадочных бассейнов; согласованием стадияльно-литологических исследований карбонатных и терригенных коллекторов с геофизическими и петрофизическими данными.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 56 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 16 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических 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	Всего
Тема (раздел) 1. Введение Понятие о природных резервуарах нефти и газа. Пустотное пространство горных пород и характеризующие его показатели.	4	2			2		2			2
Тема (раздел) 2. Принципы классификации и структурные особенности строения карбонатных пород. Процессы образования пустотного пространства карбонатных пород на стадии седиментогенеза	12	10			10		2			2
Тема (раздел) 3. Вторичные процессы образования пустотного пространства карбонатных пород.	6	4			4		2			2

Тема (раздел) 4. Типы пустотного пространства, условия образования и классификация карбонатных коллекторов	14	12			12		2			2
Тема (раздел) 5. Основные свойства терригенных коллекторов. Причины и условия, формирующие коллекторы и влияющие на изменение коллекторских свойств пород.	8	4			4		2			2
Тема (раздел) 6. Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов. Характеристики резервуаров.	14	12			12		2			2
Тема (раздел) 7. Вторичные изменения терригенных коллекторов. Факторы и механизмы образования вторичного пустотного пространства в терригенных коллекторах.	14	12			12		2			2
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	2	<i>Письменный экзамен</i>				2				
Итого	72	56				16				

Содержание лекций, лабораторных занятий

Содержание лекций

Тема (раздел) 1. Введение. Понятие о природных резервуарах нефти и газа.

Пустотное пространство горных пород и характеризующие его показатели.

Понятие о природных резервуарах как о геологических образованиях, являющихся потенциальными или реальными местами скопления флюидов (нефти, газа, воды и их различных сочетаний), обладающих коллекторскими свойствами и ограниченными снизу (для воды) и сверху (для углеводородов) непроницаемыми породами-флюидоупорами. Основные типы и классификация природных резервуаров. Основные типы пустот в горных породах. Пористость и проницаемость пород-коллекторов.

Тема (раздел) 2. Принципы классификации и структурные особенности строения карбонатных пород. Процессы образования пустотного пространства карбонатных пород на стадии седиментогенеза.

Классификации карбонатных пород по В.Т. Фролову и В.Г. Кузнецову. Классификации карбонатных пород по Р. Фолку и Р. Данхему. Типы форменных элементов карбонатов и их генетические признаки. Спарит и микрит как составные части карбонатных пород. Первичная пористость и проницаемость скрыто- и яснозернистых структурных разновидностей карбонатов. Влияние седиментологических факторов на формирование коллекторских свойств пород (гидродинамический режим накопления осадков, биогермообразование, фациальный контроль).

Тема (раздел) 3. Вторичные процессы образования пустотного пространства карбонатных пород.

Процессы фоновый и наложенный литогенеза, обуславливающие формирование и изменение фильтрационно-емкостных свойств карбонатных пород. Особенности протекания процессов уплотнения и цементации в разных структурных типах карбонатов. Зависимость интенсивности перекристаллизации от литологии карбонатных пород. Действие выщелачивания на стадиях диа- и катагенеза, а также гипергенеза. Доломитизация в диагенезе и катагенезе. Кальцитизация и сульфатизация. Окремнение. Особенности развития трещиноватости.

Тема (раздел) 4. Типы пустотного пространства, условия образования и классификация карбонатных коллекторов.

Типы пустотного пространства карбонатных пород. Классификация Ф. Шокетта и Л. Прея. Стадийность образования пустот карбонатных пород различных структурно-генетических типов. Диагностические признаки первичной и вторичной пористости карбонатных пород. Типы пустотного пространства, формирующиеся на стадиях седиментогенеза, диа- и катагенеза, а также гипергенеза. Генетические типы трещиноватости. Классификация карбонатных коллекторов: характеристика по проницаемости и пористости.

Тема (раздел) 5. Основные свойства терригенных коллекторов. Причины и условия, формирующие коллекторы и влияющие на изменение коллекторских свойств пород.

Основные свойства терригенных коллекторов: пустотное пространство, структура порового (пустотного) пространства, плотность, проницаемость, внутренняя удельная поверхность пор, количество остаточной воды в порах (водонасыщенность), смачиваемость. Формирование и видоизменение коллекторских свойств терригенных коллекторов на всех стадиях седиментогенеза и литогенеза. Структурно-текстурные особенности и состав – определяющие характеристики для формирования свойств коллекторов.

Тема (раздел) 6. Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов. Характеристики резервуаров.

Рассматриваются основные седиментационные обстановки формирования терригенных коллекторов (речные, дельтовые, прибрежно-морские, глубоководные конуса

выноса). Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов и аккумулятивные формы. Генетические признаки отложений (состав, структура, текстура, строение, границы, ассоциации). Характеристики резервуаров меандрирующей и многорукавной русловой системы; дельтовых резервуаров; мелководно-морских и глубоководно-морских резервуаров.

Тема (раздел) 7. Вторичные изменения терригенных коллекторов. Факторы и механизмы образования вторичного пустотного пространства в терригенных коллекторах.

Изменения свойств коллекторов в процессе фонового литогенеза погружения. Основные факторы и процессы фонового литогенеза погружения. Заполнение первичного пустотного пространства терригенного коллектора на стадиях диагенеза и раннего катагенеза. Уплотнение породы на стадии позднего катагенеза. Изменения свойств коллекторов под воздействием наложенного катагенеза. Основные факторы и процессы наложенного катагенеза (флюидное воздействие и динамотермальные активизации). Вторичные изменения терригенных коллекторов в зоне ВНК. Вторичные изменения терригенных коллекторов в элизионных и гидротермально-метасоматических системах. Основные типы вторичных изменений терригенных коллекторов осадочного чехла Западной Сибири.

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 контрольных устных и письменных опросов

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

1. Понятие о природных резервуарах.
2. Общая пористость пород-коллекторов.
3. Понятие коэффициента открытой пористости.
4. Проницаемость пород-коллекторов.
5. Примеры внутризерновой первичной и вторичной пористости карбонатных пород.
6. Примеры вторичной пористости карбонатных пород.
7. Влияние гидродинамического режима седиментации на формирование коллекторских свойств карбонатных пород-коллекторов.
8. Влияние доломитизации на коллекторские свойства карбонатных пород-коллекторов
9. Генетические признаки терригенного коллектора, сформированного в речных/дельтовых/прибрежно-морских/глубоководных условиях
10. Характеристики резервуара, сформированного в речных/дельтовых/прибрежно-морских/глубоководных условиях
11. Влияние химизма среды нахождения осадка на формирование свойств терригенного коллектора на стадиях диагенеза-раннего катагенеза (коррозия и аутигенное минералообразование).
12. Типы и составы цементов и их влияние на коллекторские свойства терригенных пород.
13. Влияние градиента температур, давлений и внутрисистемного флюида на формирование свойств терригенного коллектора на стадии позднего катагенеза.
14. Формирование вторичной пустотности под влиянием флюида.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (экзамене, зачете):

1. Понятие о природных резервуаров нефти и газа.
2. Основные типы природных резервуаров.
3. Классификация природных резервуаров.
4. Основные типы пустот в горных породах.
5. Пористость: общая, открытая, закрытая и эффективная.
6. Единицы измерения коэффициента проницаемости.
7. Принципы отечественных и зарубежных структурных классификаций карбонатных пород.
8. Классификация карбонатных пород по Р. Фолку.
10. Классификация карбонатных пород по Р. Данхему.
11. Микрит как показатель условий осадконакопления.
12. Основные вторичные преобразования карбонатных пород, ухудшающие ФЕС.
14. Основные вторичные преобразования карбонатных пород, улучшающие ФЕС.
15. Классификация Ф. Шокетта и Л. Прея пустотного пространства карбонатных пород.
16. Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов. Аккумулятивные формы в речных обстановках. Характеристики резервуаров меандрирующей и многорукавной русловой системы.
17. Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов. Аккумулятивные формы в дельтовых обстановках. Характеристики дельтовых резервуаров.
18. Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов. Аккумулятивные формы в прибрежно-морских обстановках. Характеристики мелководно-морских резервуаров.
19. Генетические предпосылки формирования терригенных коллекторов. Аккумулятивные формы в глубоководных обстановках конусов выноса. Характеристики глубоководно-морских резервуаров.
20. Вторичные изменения терригенных коллекторов. Ухудшение ФЕС на стадиях диагенеза-раннего катагенеза.
21. Факторы и механизмы образования вторичного пустотного пространства в терригенных коллекторах.
22. Влияние фонового катагенеза погружения на формирование и изменение ФЕС.
23. Влияние наложенного литогенеза на формирование и изменение ФЕС.
24. Вторичные изменения терригенных коллекторов в зоне ВНК.
25. Вторичные изменения терригенных коллекторов в гидротермально-метасоматических системах.
26. Основные типы вторичных изменений терригенных коллекторов осадочного чехла Западной Сибири

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Основных типов и принципы классификации резервуаров нефти и газа, особенностей строения терригенных и карбонатных пород-коллекторов	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения:	Умения	В целом	В целом	Успешное умение

различать основные типы пустотного пространства традиционных терригенных и карбонатных пород-коллекторов	отсутствуют	успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	успешное, но содержащее отдельные пробелы умения	по особенностям литологического строения пород определять типы пустотного пространства в традиционных породах-коллекторах
Владения: навыками диагностировать генезис первичной и вторичной пористости карбонатных и терригенных пород-коллекторов	Навыки владения приемами отсутствуют	Фрагментарное владение приемами, наличие отдельных навыков	В целом сформированы навыки использования приемов изучения осадочных пород	Владение основными приемами определять первичные и вторичные признаки строения пород и влияние на формирование ФЕС седиментационных и постседиментационных процессов

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

Кузнецов В.Г. Литология природных резервуаров нефти и газа. Учеб. Для вузов. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012, 260 с. – электронный вариант и печатные издания в фонде кафедры.

Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. – М.: РГГУ, 1999, 285 с.

Жемчугова В.А. Резервуарная седиментология карбонатных отложений. ЕАГЕ Геомодель, Москва, 2014, 232 с. - электронный вариант и печатные издания в фонде кафедры.

Фролов В.Т. Литология Кн.2/Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1993 – печатные издания в фонде кафедры

- дополнительная литература:

Бурлин Ю.К. Природные резервуары нефти и газа. – М.: МГУ, 1976, 134 с.

Обстановки осадконакопления и фации. – М.: Мир, 1990. Т.1. 351 с.

Атлас структурных компонентов карбонатных коллекторов. / Н.К. Фортунатова, О.А. Карцева, А.В. Баранова и др. – М.: ВНИГНИ, 2005. – 440 с.

Бурлин Ю.К., Конюхов А.И., Карнюшина Е.Е. Литология нефтегазоносных толщ: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1991. – 286 с.

Калинко М.К. Методика исследования коллекторских свойств кернов. – М: Го-суд. науч.-техн. изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1963. – 225 с.

Киркинская В.Н., Смехов Е.М. Карбонатные породы-коллекторы нефти и газа. – Л.: Недра, 1981. – 255 с.

Платонов М.В., Тугарова М.А. Петрография обломочных и карбонатных пород: Учебно-методическое пособие. – СПб., 2004. – 72 с.

Тугарова М.А. Породы-коллекторы: Свойства, петрографические признаки, классификации: учебно-методич. пособие. – СПб., 2004. – 36 с.

Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М.: Недра, 1969. – 368 с.
Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.

Б) Перечень программного обеспечения:

- нелицензионное и свободного доступа

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

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
2. www.nbmgu.ru - библиотека Московского государственного университета
3. www.elibrary.ru - научная электронная библиотека
4. www.lithology.ru - информационный портал, посвященный литологии

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com
- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение:

оптические микроскопы БиОптик, демонстрационный микроскоп Axioskop 40, мультимедиа-проектор, бинокляры, весы, компьютер, экран, выход в Интернет, учебная коллекция шлифов и образцов осадочных пород, предметные и покровные стекла, пинцеты, пипетки, фильтровальная бумага и др.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Ростовцева Ю.В., Карпова Е.В. преподаватели: Ростовцева Ю.В., Карпова Е.В.

11. Разработчики программы: Ростовцева Ю.В., заведующий кафедрой нефтегазовой седиментологии и морской геологии геологического факультета МГУ, Карпова Е.В., доцент кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии геологического факультета МГУ