

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 - Оценка степени зрелости органического вещества

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки/ специальность:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и геохимия горючих ископаемых

Магистерская программа
Геология, геохимия нефти и газа

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) «Оценка степени зрелости органического вещества» разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год 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

Целью курса «Оценка степени зрелости органического вещества» является знакомство с различными методами определения уровня преобразованности органического вещества (ОВ) осадочных толщ.

Задачи:

- Изучение микроскопических методов исследования (ОВ);
- Знакомство с методикой определения показателей отражения мацералов (R_{mac} , %);
- Сопоставление оптических показателей преобразованности ОВ с результатами
- Изучение основ определения зрелости ОВ методом пиролиза;
- Знакомство с особенностями определения зрелости ОВ по результатам биомаркерного анализа;
- Получение представлений о лабораторном моделировании созревания органического вещества как способа анализа закономерностей изменения зрелости в природе;
- Получение кратких представлений о других методах оценки зрелости ОВ»
- Комплексирование методов изучения ОВ осадочных пород.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Микроскопические методы исследования ОВ (органическая петрология) первоначально представляли собой углепетрографические микроскопические исследования. В отличие от углепетрографии объектом органической петрологии является все многообразие ОВ, в том числе и нефтематеринские породы. Современная классификация органических мацералов включает все виды органических составляющих осадочных пород. Особенности преобразования каждого типа ОВ зависят от его химического, молекулярного состава и отражают степень воздействия на него главных геологических факторов, и прежде всего, температуры. Одним из главных количественных параметров преобразованности ОВ является показатель отражения витринита – одного из органических мацералов (RV , %). Существует возможность использовать аналогичные показатели, определенные для других мацералов (R_{mac} , %). Необходимо четко определять мацералы, чтоб избежать ошибок при пересчетах R_{mac} , % в $RV_{экв}$, %. Поскольку «углепетрографические» исследования проводятся параллельно с комплексом геохимических, важно представлять, как сопоставляются результаты различных методов, как их совместная интерпретация может объективнее обозначить главные этапы трансформаций ОВ. Для этого в курсе рассматриваются способы определения зрелости органического вещества по пиролитическим параметрам, результатам биомаркерного анализа и другим методам. Студентам демонстрируется не только методология оценки зрелости, но и сложности, с которыми может столкнуться специалист при выполнении анализов и получении результатов. Для полного представления в курсе рассматриваются лабораторные подходы к моделированию природных процессов по созреванию ОВ, методы их проведения и особенности получаемых результатов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативная часть, профессиональный блок, обязательная дисциплина, I курс магистратуры, 1 – семестр.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

естественнонаучный цикл дисциплин, дисциплины в объеме вступительных экзаменов в магистратуру, по профилю «Геология и геохимия горючих ископаемых».

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

Компетенции выпускников	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
-------------------------	-----------------------------------	---

(коды)		(модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-2.М	И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности	Знать: типы ОВ, факторы и стадийность катагенеза, показатели преобразованности ОВ по данным пиролиза и другим геохимическим методам исследования Владеть: терминологией нефтяной геологии.
ОПК-6.М	И-1. Выбирает способы обработки данных и программные средства для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.	Уметь: отбирать образцы и определять комплекс необходимых дальнейших аналитических исследований (в т.ч. углепетрографических), микроскопически описывать осадочные породы. Владеть: методами статистической обработки результатов аналитических исследований, корректно сопоставлять результаты различных исследований по определению зрелости ОВ.
ОПК-7.М	И-3. Имеет базовые практические навыки работы с современным оборудованием, применяемым в работах по профилю подготовки.	Уметь: работать с микроскопом для изучения углей и рассеянного ОВ; Владеть: методами микроскопических исследований в проходящем и отраженном свете.
ПК-6.М	И-1. Имеет представление о современных методах обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по профилю подготовки).	Знать: методы обработки и комплексной интерпретации информации, используемых для решения производственных задач (по профилю подготовки). Уметь: использовать аналитические данные из разных источников для дополнения, сравнения с собственными результатами Владеть: элементарными методами статистической обработки результатов аналитических исследований, корректно сопоставлять результаты различных исследований по определению зрелости ОВ.
СПК-2.М	И-1. Владеет методами интерпретации результатов	Уметь: оценить геотермический режим исследуемого бассейна,

	исследований органического вещества углей и других твердых горючих ископаемых для проведения квалифицированной экспертной оценки качества углей, решения задач в смежных областях знаний для моделирования термической истории развития осадочного бассейна с применением углепетрографических исследований	определяющий темп преобразования ОВ, Владеть: методами сопоставления результатов геохимических, углепетрографических и петрофизических исследований для оценки уровня преобразованности ОВ нефтематеринских пород.
--	---	--

4. Объем дисциплины: 2 зачетных единицы, в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 14 часов – семинарских занятий), 44 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 * (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	Практические занятия	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Исследования углей для установления стадияльных преобразований	3	2			1	3	
Раздел 2. Особенности изменения RV, %	14	2			2	4	Презентации - 10
Раздел 3. Специальные физические методы исследования твердых каустобиолитов	4	2			2	4	
Раздел 4. Пиролитические исследования нефтегазонафтенных пород	20	2			4	6	Презентации - 14
Раздел 5. Биомаркерный анализ	2	2				2	
Раздел 6. Различные подходы к моделированию преобразования ОВ	14	2			2	4	Презентации - 10
Раздел 7. Комплексирование методов исследования пород, обогащенных ОВ	15	2			3	5	Презентации - 10
Промежуточная аттестация							<u>экзамен</u>
Итого	72	28					44

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1 Исследования углей для установления стадияльных преобразований. Методы аналитических исследований углей: показатели качества C_{daf} , %, V_{daf} , %, RV , % и др.; отображение свойств углей и РОВ на шкалах метаморфизма углей и шкалах катагенеза пород. Ступени метаморфизма. Влияние геотермического режима региона на характер шкалы метаморфизма. Отображение темпов преобразования ОБ графическими методами.

Раздел 2 Особенности изменения RV , %: Влияние на показатель отражения содержания липтинитовых мацералов (мацералов с высоким H_{daf} , %), степени восстановленности витринита (perhydride V_t) и других параметров ОБ. Использование «эквивалентов витринита» для замеров показателей отражения. Оценка темпов нагревания, погружения на изменение RV , %.

Раздел 3 Специальные физические методы исследования твердых каустобиолитов. Рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, термический анализ (дериватография), ИК-спектрометрия, Рамановская спектроскопия, микротомография и др. в изучении ОБ. Молекулярная структура ОБ и различные физические свойства, выявляемые разными методами исследований. Сопоставление параметров различных физических свойств ОБ и пород для оценки степени преобразованности.

Раздел 4 Пиролитические исследования нефтегазонамаэринских пород. Особенности изучения характеристик органического вещества методом пиролиза. Разбор факторов, которые могут повлиять на получаемые результаты и привести к некорректной интерпретации. Оценка возможности определения типа и зрелости ОБ по результатам кинетических исследований. Другие параметры, которые могут быть получены методом пиролиза, и их применение в геологии горючих ископаемых.

Раздел 5 Биомаркерный анализ. Методы определения зрелости материнского органического вещества по результатам анализа углеводородных соединений в нефтях и конденсатах. Особенности состава флюидов в открытых и закрытых порах, изучение влияния геологических процессов на биомаркерные параметры. Возможное некорректное определение зрелости ОБ по биомаркерным параметрам. Зависимость параметров от литологического состава пород.

Раздел 6 Различные подходы к моделированию преобразования ОБ. Знакомство с методами лабораторного и компьютерного моделирования преобразования ОБ. Восстановление исходных характеристик керогена. Отслеживание изменений зрелости в зависимости от разных геологических процессов и условий воздействия. Прогнозирование процессов генерации нефти и газа. Использование полученных на предыдущих занятиях результатов для корректного прогнозирования и калибровки бассейновых моделей.

Раздел 7 «Комплексирование методов исследования пород, обогащенных ОБ». Соотнесение результатов углепетрографических исследований ОБ с данными разносторонних анализов минеральной составляющей нефтематеринских пород (фациального анализа, петрофизических характеристик и др.). Связь мацерального состава ОБ с фациальной принадлежностью вмещающих пород. Вторичная пористость ОБ и ее доля в балансе общей пористости пород. Сопоставление степени трансформации ОБ с уровнем преобразования вмещающих пород по разным показателям. Набор рационального комплекса исследований нефтематеринских пород. Ценность сведений о мацеральном составе ОБ для изучения коллекторов.

Рекомендуемые образовательные технологии

Для самостоятельной работы предлагается провести подбор и самостоятельный анализ результатов разных аналитических исследований по объекту, выбранному слушателем. Подготовленные по результатам анализа презентации демонстрируют умение сформулировать цель, актуальность исследования и доказать его правомочность в обсуждениях и дискуссиях.

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

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

Для текущего контроля в ходе семестра студентами проводится подготовка презентаций и обсуждение.

Примерный перечень вопросов для подготовки презентаций

1. Какие методы аналитических исследований предложены в качестве основных и дополнительных при разработке собственного проекта?
2. Какой осадочный бассейн предложен для сравнения?
3. Какие исследования проведены в сравниваемом осадочном бассейне-?
4. Каких аналитических данных не хватает для оценки генерационных возможностей ОВ исследуемого осадочного бассейна? Какие исследования следует провести?

Шкала и критерии оценивания результатов устных опросов по дисциплине

Результаты опроса	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»
Знания: Особенностей преобразования РОВ пород и методов определения стадийальных преобразований ОВ	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания
Умения: Определить важнейшие углепетрографические и геохимические характеристики ОВ, свидетельствующие о его трансформации	Умения отсутствуют	В целом успешное, но недостаточно использованы разные показатели
Владения: Методами сравнительного анализа с другими осадочными бассейнами, исследованными по подобному сценарию	Нет представления о выборе объекта сравнения	Достаточный набор данных по конкретному бассейну, но несостоятельность сравнительного анализа.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Почему витринит выбран в качестве основного «палеотермометра» осадочных толщ.

2. Факторы, влияющие на показатель отражения витринита.
3. Отражение геотермического режима бассейна на темпе изменения показателя отражения витринита и других свойствах ОВ.
4. Шкала метаморфизма. Степень метаморфизма. Связь ступеней метаморфизма с геотермическим режимом региона.
5. Градиенты метаморфизма углей (по $C_{daf}, \%$, $V_{daf}, \%$, $RV/RB, \%$).
6. Изменение градиентов метаморфизма в осадочных бассейнах с разным геотермическим режимом.
7. Физические методы исследования ОВ, несущие информацию о молекулярной структуре ОВ.
8. Комплекс аналитических методов исследования ОВ, направленный на установление степени преобразованности ОВ.
9. Связь мацерального состава ОВ и типа керогна.
10. Связь $RV/RB, \%$ с показателями Rock-Eval, пиролиза.
11. Микроскопические показатели уровня трансформации ОВ.
12. Отражение трансформации ОВ в названии мацералов.
13. Вторичная пористость ОВ и методы ее определения.
14. Мацеральный состав ОВ и фациальная принадлежность вмещающих пород.
15. Показатель отражения витринита ($RV, \%$) и признаки трансформации ОВ в сравнении с изменением параметров минерального состава пород.
16. Отличия комплексов аналитических методов изучения нефтематеринских и коллекторских свойств пород.
17. Какие пиролитические параметры позволяют определить тип и зрелость ОВ. Что может повлиять на корректность анализа.
18. Роль кинетических исследований в оценке зрелости ОВ.
19. Биомаркерные параметры оценки зрелости ОВ.
20. Способы моделирования преобразования ОВ. Сопоставление лабораторных и природных результатов.
21. Параметры, используемые при бассейновом моделировании.
22. Способы калибровки бассейновых моделей.
23. Сопоставление различных методов определения зрелости ОВ.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Законов преобразования ОВ в процессе диагенеза, катагенеза и метагенеза.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать разнообразные параметры свойств ОВ для характеристик и стадийальных изменений ОВ	Умения отсутствуют	Не полное понимание взаимосвязи разнообразных параметров физического и химического состояния ОВ на разных этапах	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в использовании результатов различных анализов ОВ	Успешное умение использовать разные характеристики и ОВ и вмещающих пород для оценки

		преобразования	для оценки его преобразованности	степени преобразованности
Владения: методами представления результатов различных видов аналитических исследований	Навыки владения графическими методами отсутствуют	Частичное владение методами представления результатов аналитических исследований	В целом сформированные навыки использования графических методов изображения свойств ОБ и пород	Владение графическими и другими методами, представления результатов разных видов анализов ОБ и пород

7. Ресурсное обеспечение:

а) основная литература:

- Штах Э., Маковски М.-Т., Тейхмюллер М., Тейлор Г., Чандра Д., Тейхмюллер Р. Петрология углей//М., Мир, 1978, 554с.
- Петрологический атлас ископаемого органического вещества России// СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006.604с.
- Behar F., Beaumont V., Penteado H. L. D. B. Rock-Eval 6 technology: performances and developments //Oil & Gas Science and Technology. – 2001. – Т. 56. – №. 2. – С. 111-134.
- Peters K. E., Walters C. C., Moldowan J. M. The biomarker guide. – Cambridge university press, 2005. – Т. 1.

б) дополнительная литература:

- Taylor G.H., Teichmuller M., Davis A., Diessel C.F.K., Littke R., Robert P. Organic Petrology. A new handbook incorporating some revised parts of Stach's Textbook of Coal Petrology.//Berlin.Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 1998, 678p.
- Suárez-Ruiz, I., Crelling, J.C. (Eds.), Applied Coal Petrology. The Role of Petrology in Coal Utilization. Amsterdam, Elsevier, 2008. 398 pp.

- 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 Пронина Н.В., ст.н.с. кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Калмыков А.Г.

10. Автор (авторы) программы – доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Пронина Н.В., ст.н.с. кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета Калмыков А.Г.