

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о декана Геологического факультета  
чл.-кор. РАН**

\_\_\_\_\_ /Н.Н. Еремин/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Газ и газовые гидраты в криолитозоне**

Автор-составитель: Гагарин В.Е.

**Уровень высшего образования:  
Магистратура ИМ**

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

Магистерская программа:

**«Геокриология»**

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» (*программа магистратуры, реализуемая 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.*

## **Цели и задачи дисциплины**

**Цель** – приобретение студентами знаний об условиях образования и динамике газовой компоненты пород криолитозоны, ее влиянии на свойства мерзлых пород и развитие криогенных геологических процессов.

**Задачи:** - изучить особенности формирования и накопления газа в породах криолитозоны в различных геологических условиях ; - получить представления о газовых гидратах как одной из форм существования газа в криолитозоне; - рассмотреть особенности образования и разложения газовых гидратов в криолитозоне шельфа арктических морей; - изучить роль газовой компоненты мерзлых пород в формировании эндогенных процессов в криолитозоне

**1. Место дисциплины в структуре ООП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплина по выбору, 1 курс, семестр – 2.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ, направление «Геология», уровень бакалавриат; знания в области геологии – в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру (общие вопросы, вопросы профиля «Геокриология»). Освоение дисциплин «Криолитогенез», «Углеводородное загрязнение грунтов криолитозоны».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплины «Криолитозона нефтегазоносных провинций» и для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

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

ОПК-2.М. Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач.

ОПК-3.М. Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию.

ОПК-5.М. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-6.М. Способность представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности.

ПК-4.М. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.

ПК-9.М. Способность использовать современные методы обработки и интерпретации комплексной информации для решения производственных задач.

СПК-1.М. Способность использовать современные научные представления о закономерностях формирования и развития мерзлых толщ и криогенных геологических процессов; способность применять современные методики комплексного изучения криосферы Земли и других планет для решения научных и прикладных задач геокриологии.

СПК-2.М. Способность составлять прогноз изменения геокриологических и экологических условий в связи с естественной динамикой и техногенным преобразованием компонентов природного комплекса, с использованием данных мониторинга и современных вычислительных методов и программ, для разработки рекомендаций по рациональному освоению криолитозоны и решения поставленных задач в области региональной, исторической, инженерной и экологической геокриологии.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**знать:** состав, генезис и условия существования газовой компоненты пород криолитозоны, условия образования и существования гидратов газовых гидратов в толщах мерзлых пород и подмерзлотных горизонтах, процессы образования и разложения газовых гидратов в горных породах, особенности поведения газовых гидратов в породах криолитозоны при хозяйственном освоении территории и глобальном изменении климата.

**уметь:** проводить оценку газо- и гидратосодержания пород, анализировать процессы образования и разложения газовых гидратов в породах криолитозоны, оценивать возможную эмиссию газа при разложении гидратосодержащих пород.

**владеть:** методами оценки газо- и гидратосодержания пород, методами лабораторного изучения процессов образования и разложения газовых гидратов в дисперсных породах.

**4. Формат обучения – лекции и семинары с использованием ЭВМ.**

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 1 з.е., **36 часов**, в том числе **28** академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции – **14** часов и **14** часов – семинары); **10** часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

Дисциплина посвящена изучению одного из наиболее малоизученных компонентов мерзлых пород, а именно газовой составляющей. В течении цикла изучаются особенности формирования и существования газов в различных геокриологических условиях. Особое внимание уделяется изучению газовых гидратов, скопления которых в криолитозоне представляют интерес и как своеобразный геологический объект, влияющий на свойства всей мерзлой толщи в целом, так и перспективный источник углеводородного сырья. Кроме теоретической подготовки, полученной в результате освоения данной дисциплины, студенты должны изучить основные методы полевых исследований состава и строения газовых скоплений и познакомиться с компьютерными программами, позволяющими интерпретировать данные натурных наблюдений.

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 практического типа		
Раздел 1. Компоненты мерзлых горных пород и их взаимодействие.	3	2			2	Повтор глав из «Общей геокриологии», опрос, 1 час
Раздел 2. Состав, генезис и условия существования газовой компоненты пород криолитозоны	4	3			3	Изучение общих законов выделения газов, доклады 1 часа+
Раздел 3. Газовые гидраты как форма существования газа в криолитозоне	6	3		2	5	Анализ распространения газовых гидратов в литосфере , эссе,1 час
Раздел 4. Эмиссия газа и газовыделения при разложении газовых гидратов в криолитозоне	7	2		4	6	Законы физико-химии, опрос,1 часа
Раздел 5. Полевые методы изучения газов	5	2		2	4	Обзор методов геокриологических исследований опрос, 1 час
Раздел 6. Обработка результатов натурных наблюдений	9	2		6	8	Компьютерные программы, эссе , 1 час
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	2					2 часов
<b>Итого</b>	<b>36</b>		<b>28</b>		<b>8</b>	

## **Содержание дисциплины по разделам и темам**

### **1. Компоненты мерзлых горных пород и их взаимодействие.**

Рассмотрены особенности состава и строения мерзлых и морозных пород. Особое внимание уделяется фазам жидкой составляющей, а именно содержанию незамерзшей воды, как потенциально-возможному каналу миграции газов. Рассмотрена биологическая составляющая, как возможная среда образования биогенных газов. Изучается возможность появления льда различных сингоний в разных термобарических условиях

### **2. Состав, генезис и условия существования газовой компоненты пород криолитозоны.**

Характеристика газа и газовых скоплений в слое сезонного оттаивания, в толщах мерзлых пород и подмерзлотных горизонтах. Особенности формирования и накопления газа в криолитозоне. Фазовое состояние и условия существования газовой компоненты пород.

### **3. Газовые гидраты как форма существования газа в криолитозоне.**

Условия образования и существования гидратов природных газов. Образования и разложения газогидратов в поровом пространстве пород. Кинетика гидрато- и льдообразования в промерзающих газонасыщенных породах. Газогидратообразование в горных породах при отрицательных температурах. Особенности возникновения техногенных газогидратов при добывчи газа в криолитозоне. Кинетика диссоциации газовых гидратов в горных породах при положительных и отрицательных температурах. Эффект самоконсервации газовых гидратов при отрицательной температуре. Особенности существования газовых гидратов в мерзлых породах. Влияние эволюции криолитозоны на динамику зон стабильности и метастабильности газогидратов метана Особенности существования газогидратов на шельфе арктических морей. Влияние процессов гидратообразования на мощность и температурный режим многолетнемерзлых пород.

### **4. Эмиссия газа и газовыделения при разложении газовых гидратов в криолитозоне.**

Разложение газовых гидратов и газовыделение в горных породах при различных видах воздействия (термическом, снижении давления, ингибиторном). Оценка реакции льдо- и гидратосодержащих пород криолитозоны при взаимодействии с объектами нефтегазовой отрасли. Газовыделения и выбросы газа при бурении скважин в гидратосодержащих породах. Особенности поведения газовых гидратов в горных породах при глобальном изменении климата. Оценка эмиссии газа при оттаивании мерзлых гидратосодержащих пород.

### **5. Полевые методы изучения газов.**

Рассматриваются методы обнаружения скопления газов в криолитозоне, при этом особое внимание уделяется геофизике – сейсморазведке и электроразведке. И в частности методу зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), который позволяет наиболее детально описать всю мерзлую толщу в том числе ее подошву, где наиболее вероятно скопление газогидратов и газов глубинного происхождения. Кроме того изучаются методики отбора газов из мерзлых кернов с целью дальнейшего изучения их состава на хроматографе.

### **6. Обработка результатов натурных наблюдений.**

Студентам предоставляются данные, полученные в ходе полевых исследований разреза криолитозоны с явными и предполагаемыми включениями газов, в том числе и на шельфе арктических морей. С помощью компьютерных программ учащиеся строят геоэлектрические разрезы и обосновывают достоверность выделенных ими горизонтов.

## **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 студентов осуществляется по результатам опросов, докладов и эссе .

### ***Примерный перечень тем для проведения текущего контроля***

- особенности формирования скопления газов в криолитозоне
- взаимодействие и взаимовлияние газов и других компонентов мерзлых пород
- роль газов проявления эндогенных геокриологических процессов
- существующие представления о формировании ямальского кратера и подобных ему структур
  - необходимые условия для формирования газогидратов в мерзлых толщах
  - особенности распространения газовых гидратов на шельфе арктических морей
  - проблемы картирования скопления газов в криолитозоне
  - методы обнаружения газов в мерзлых тощах
  - методы анализа компонентного состава газов в мерзлоте

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

#### ***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Предмет газ и газовые гидраты в криолитозоне.
2. Газовая компонента мерзлых пород и ее влияние на свойства мерзлых пород.
3. Характеристика газа и газовых скоплений в слое сезонного оттаивания.
4. Характеристика газа и газовых скоплений в толщах мерзлых пород и подмерзлотных горизонтах.
5. Особенности формирования и накопления газа в криолитозоне.
6. Фазовое состояние и условия существования газовой компоненты пород.
7. Газовые гидраты как форма существования газа в криолитозоне.
8. Гидраты природных газов, условия образования и существования.
9. Особенности образования и разложения газогидратов в поровом пространстве пород.
10. Кинетика гидрато- и льдообразования в промерзающих газонасыщенных породах.
11. Особенности возникновения техногенных газогидратов при добычи газа в криолитозоне.
12. Кинетика диссоциации газовых гидратов в горных породах при положительных и отрицательных температурах.
13. Эффект самоконсервации газовых гидратов при отрицательной температуре.
14. Особенности существования газовых гидратов в мерзлых породах.
15. Влияние эволюции криолитозоны на динамику зон стабильности и метастабильности газогидратов метана.
16. Особенности существования газогидратов на шельфе арктических морей.
17. Влияние процессов гидратообразования на мощность и температурный режим многолетнемерзлых пород.
18. Разложение газовых гидратов и газовыделение в горных породах при различных видах воздействия (термическом, снижении давления, ингибиторном).
19. Эмиссия газа и газовыделение при разложении газовых гидратов в криолитозоне.
20. Газовыделение и выбросы газа при бурении скважин в гидратосодержащих породах.
21. Особенности поведения газовых гидратов в горных породах при глобальном изменении климата.

## **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

<b>Результаты обучения</b>	<b>«Неудовлетворительно»</b>	<b>«Удовлетворительно»</b>	<b>«Хорошо»</b>	<b>«Отлично»</b>
Знания: строения и состава криолитозоны; законов формирования отдельных элементов; условий образования и существования газов в мерзлой толще	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: использовать физико-химические и термодинамические законы для определения особенностей формирования и миграции газов	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение использовать физико-химические расчеты
Владения: методами графического изображения результатов интерпретации полевых наблюдений	Навыки владения графическими методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования графических методов изображения состава и строения мерзлой толщи	Владение графическими методами, использование их для решения геокриологических задач.

### **8. Ресурсное обеспечение:**

#### **А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

##### **-основная литература:**

Арэ Ф.Э. Проблема эмиссии глубинных газов в атмосферу. Криосфера Земли, № 4, 1998, с. 42 – 50 с.

Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. М. Недра. 1992, 226с.

Истомин В.А., Несторов А.Н., Чувилин Е.М., Квон В.М., Решетников А.М. Разложение гидратов газов при температурах ниже 273 К. Газохимия, №3 (2). 2008, с. 30-44.

Природные газовые гидраты. Российский химический журнал (Журнал Российского химического Общества им. Д.М. Менделеева), 2003, т.XLVII, № 3.

Романовский Н.Н. Основы криогенеза литосферы. М. МГУ. 1993, 335с.

Чувилин Е.М., Перлова Е.В., Якушев В.С. Классификация газового компонента пород криолитозоны. Криосфера Земли, №3, 2005, с. 73-76.

Якушев В.С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне. М.ВНИИГАЗ. 2009, 192 с.

##### **-дополнительная литература:**

Гинсбург Г.Д., Соловьев В.А. Субмаринные газовые гидраты. СПб. ВНИИОкеанология. 1994, 199с.

Строение и свойства пород криолитозоны южной части Бованенковского газоконденсатного месторождения. Под ред. Е.М. Чувилина. М. Геос. 2007, 135 с.

Чувилин Е.М., Козлова Е.В. Исследования формирования мерзлых гидратосодержащих пород. Криосфера Земли, №1. 2005, 73-80 с.

Чувилин Е.М., Гурьева О.М. Экспериментальное изучение образования гидратов CO<sub>2</sub> в поровом пространстве промерзающих и мерзлых пород. Криосфера Земли, №3, 2009, 70-79 с.

**Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ:**

Программный комплекс к прибору TEM-FAST

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем - нет**

**Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

программное обеспечение – Windows SP, Windows 10

**Д) Материально-техническое обеспечение дисциплины:** - персональные компьютеры

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Гагарин В.Е.

11. Автор программы – Гагарин В.Е.