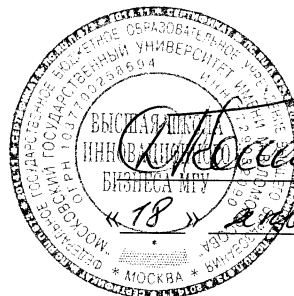


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕСА МГУ**



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
проф. Кошуг Д.Г.

« 18 » января 2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины (модуля):

*Геокриология*

Уровень высшего образования:

*магистратура*

Направление подготовки (специальность):

*05.04.01. «Геология»*

Направленность (профиль) ОПОП:

*Магистерская программа «Инженерно-геологические изыскания для  
инфраструктурных комплексов в нефтегазодобывающих регионах»*

Форма обучения:

*очная*

Рабочая программа  
рассмотрена и одобрена на Административном Совете  
(протокол № 2 от « 18 » 01 2024 г.)

Москва 2024

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 05.04.01. «Геология».

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол №7).

Годы приема на обучение – 2024, 2025.

© Высшая школа инновационного бизнеса МГУ имени М.В. Ломоносова  
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.



## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель – приобретение знаний о физических, математических, географических и геологических основах геокриологии, об основных закономерностях формирования, распространения и развития многолетнемерзлых пород и криогенных процессов.

Задачи: определение места и роли многолетнемерзлых толщ в системе взаимодействующих природных оболочек планеты; получение знаний об общих закономерностях формирования различных типов сезонно- и многолетнемерзлых пород; приобретение сведений об основных методах мерзлотных исследований; исследование динамики криолитозоны в связи с естественной эволюцией природной среды и геологическими событиями (оледенениями, морскими трансгрессиями и пр.); реконструкция естественных этапов криогенного развития Земли; характеристика зональных и региональных особенностей криолитозоны в основные криохроны и термохроны четвертичного времени

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО - дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО, курс 1, семестр 1.

## 3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля):

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении естественнонаучного цикла в период обучения в бакалавриате.

Знания принципов организации и современных методов гидрогеологии необходимы при освоении учебных дисциплин магистерских программ на последующих семестрах.

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

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ПК-1	М.ПК-1. И-2. Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. М.ПК-1. И-3. Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов.	Уметь <ul style="list-style-type: none"><li>использовать количественные и качественные методы для проведения прикладных исследований и управления бизнес-процессами, готовить аналитические материалы по результатам их применения</li></ul>
ПК-2	М.ПК-2. И-1. Знает теоретические основы и методологию моделирования природных и природно-техногенных систем.	Уметь <ul style="list-style-type: none"><li>применять современные методы решения типовых и новых задач,</li></ul>

МПК-1	МПК 1.1 Способен планировать и проводить инженерно-геологические исследования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых пород,</li> <li>• классификацию сезонного промерзания и протаивания,</li> <li>• строение и основные свойства мерзлых пород,</li> <li>• условия формирования подземных вод в криолитозоне,</li> <li>• иметь представления о динамике мерзлых толщ и их истории,</li> <li>• особенности основных криогенных этапов геологической истории Земли;</li> <li>• методике экспериментальных и полевых геокриологических исследований;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать возможность образования и деградации мерзлых толщ,</li> <li>• ставить основные задачи мерзлотной съемки,</li> <li>• проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты мерзлых толщ, пользоваться методами и программами для расчета теплового режима горных пород;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основной терминологией геокриологии,</li> <li>• простейшими методами расчета промерзания и влияния различных факторов на температурный режим горных пород,</li> <li>• методами базовых геокриологических исследований.</li> <li>•</li> </ul>
-------	---	---

5. **ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов - лекций, 14 часов – семинарские занятия), 4 часа групповых консультаций, 4 часов промежуточная аттестация, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. **ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ** очный, лекционные и семинарские занятия.

7. **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 семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего			Всего
Введение.	2	1	1		2				4
Тема 1. Теплофизические, физико-химические и механические процессы в промерзающих, мёрзлых и протаивающих породах и их проявление в криолитозоне	8	1	1		6			Подготовка индивидуального задания. Дискуссия	4
Тема 2. Формирование состава, криогенного строения и свойств мёрзлых пород	10	2	2		6			Подготовка индивидуального задания. Дискуссия	4
Тема 3. Сезонное промерзание и протаивание горных пород	10	2	2		6			Подготовка индивидуального задания. Дискуссия	4
Тема 4. Принципы	10	2	2		6			Тест-опрос	4

управления мерзлотным процессом при хозяйственном освоении территории. Геокриологический прогноз									
Тема 5. Закономерности формирования и развития толщ мёрзлых горных пород	10	2	2		6			Дискуссия	4
Тема 6. Методы полевых геокриологических исследований	14	4	4		6			Подготовка индивидуального задания. Дискуссия	4
Консультации	4						4		4
Промежуточная аттестация	4				4	экзамен			
Итого	72	14	14		40				

## Содержание разделов дисциплины:

### *Темы и краткое содержание курса*

Тема 1. Теплофизические, физико-химические и механические процессы в промерзающих, мёрзлых и протаивающих породах и их проявление в криолитозоне Энергетический баланс Земли и его составляющие. Парниковый эффект. Термодинамические условия образования и развития сезонно- и многолетнемёрзлых пород. Теплопередача и температурное поле в горных породах. Уравнение теплопроводности и его решения. Понятие о задаче Стефана. Основы теории кристаллизации воды и таяния льда. Фазовые превращения воды в мёрзлых породах. Промерзание и протаивание горных пород и осадков. Методы решения задач о промерзании и протаивании пород. Влагоперенос и льдовыделение в промерзающих и протаивающих породах, механизмы этих процессов. Теплофизические и физико-механические условия формирования миграционно-сегрегационных прослоев и массивов льда. Образование основных типов криогенных структур. Структурообразование в промерзающих и протаивающих породах. Структурные связи и типы контактов в мёрзлых породах. Химические реакции и процессы в промерзающих и протаивающих породах. Физикохимические и механические процессы в промерзающих и протаивающих породах. Физико-механические процессы в мёрзлых породах, вызванные изменением температуры и действием внешней нагрузки. Криогенные процессы и явления. Процесс морозного пучения дисперсных пород и формы его проявления. Морозобойное растрескивание, полигонально-жильные структуры, их виды и полигональный микрорельеф. Термокарст и термокарстовые просадки; условия и причины их образования. Склоновые процессы и явления: -гравитационные, -связанные с деятельностью воды, -ледников и других геологических агентов.

Тема 2. Формирование состава, криогенного строения и свойств мёрзлых пород Осадочное породообразование в криолитозоне. Криогенное выветривание скальных пород и дисперсных отложений; преобразование рыхлых отложений в породу. Состав и строение мёрзлых пород. Особенности минерального и химического состава мёрзлых пород. Органическое вещество и газы в мерзлых породах. Микроорганизмы в мерзлых породах и их роль. Тектурные особенности мёрзлых пород. Микростроение мёрзлых пород. Свойства мёрзлых пород (физические, теплофизические, влагообменные, механические и др.). Особенности криогенных типов горных пород (эпикриогенных и синкриогенных и парасинкриогенных. Состав и строение основных геолого-генетических типов осадочных пород в криолитозоне. Природные льды как мономинеральные горные породы, их генезис и распространение.

Тема 3. Сезонное промерзание и протаивание горных пород Формирование сезонного промерзания и протаивания пород и отложений. Типы сезонного промерзания и протаивания по В.А. Кудрявцеву. Влияние природных факторов и условий на формирование температурного режима и глубину сезонного промерзания и протаивания пород. Динамика процессов сезонного промерзания и сезонного протаивания горных пород.

Тема 4. Принципы управления мерзлотным процессом при хозяйственном освоении территории. Геокриологический прогноз. Естественная динамика мерзлых толщ. Виды, цели и задачи прогноза. Принципы и приёмы управления мерзлотным процессом. Основы инженерной геокриологии.

Тема 5. Закономерности формирования и развития толщ мёрзлых горных пород Мёрзлые породы как результат зональности, высотной поясности и тепло- и массообменных процессов на земной поверхности и в атмосфере. Понятие криолитозоны. Состав, строение и мощность криолитозоны. Влияние граничных условий на формирование мощности и температурного режима мёрзлых толщ. Зональные и

региональные особенности формирования геокриологических условий Талики в криолитозоне. Причины и условия образования, существования и эволюции таликов. Зональные, высотно-поясные и региональные особенности распространения таликов. Подземные воды в криолитозоне Мёрзлые толщи как криогенные водоупоры, типизация подземных вод в криолитозоне. Особенности питания стока и разгрузки подземных вод в криолитозоне. Взаимодействие подземных вод и мёрзлых толщ. Основные особенности криогенного преобразования гидрогеологических структур: артезианских и адартезианских бассейнов, гидрогеологических массивов, вулканогенных супербассейнов и бассейнов карстовых вод. Образование криогенных бассейнов напорных трещинных вод. Естественная защищённость подземных вод в криогидрогеологических структурах; защита подземных вод криолитозоны от загрязнения и истощения. Наледи как характерный тип водопроявлений в криолитозоне, их типизация. Наледи как регулятор стока подземных вод, геологическая деятельность наледей. Борьба с негативным воздействием наледей на инженерные сооружения. Эволюция мёрзлых толщ криолитозоны в истории Земли Причины образования и эволюции криолитозоны, связь с динамикой климата и оледенениями. Основные этапы появления оледенений и мерзлоты в истории Земли. История развития мерзлоты в позднем кайнозое. Эволюция криолитозоны в нижнем, среднем и позднем плейстоцене. Позднеплейстоценовый термический минимум и голоценовый термический оптимум; их влияние на современное состояние криолитозоны Евразии. Общность и различие эволюции мерзлоты Евразии и Северной Америки.

Тема 6. Методы полевых геокриологических исследований Геокриологическая съёмка как основной метод изучения мерзлотных условий. Ландшафтно-ключевой метод геокриологической съёмки. Методы изучения температурного режима пород, мощностей криолитозоны, льдистости и криогенного строения мёрзлых пород. Бурение и наблюдения в буровых скважинах, изучение керна и обнажений мёрзлых толщ, геофизические методы исследований. Виды и масштабы геокриологических съёмок и карт: инженерно-геокриологической, мерзлотногидрогеологических, эколого-геокриологических и т. д. Принципы и приёмы управления мерзлотным процессом. Основы рационального использования и охраны геологической среды в криолитозоне.

#### ***Примерная тематика и заданий для самостоятельной работы***

1. Теплофизические и механические свойства мерзлых горных пород.
2. Криогенное строение мерзлых пород.
3. Влияние факторов природной среды на формирование температурного режима горных пород
4. Роль отечественных ученых в геокриологии
5. Глобальное изменение климата и его возможные причины
6. Подземные льды и условия их залегания
7. Криогенные текстуры мерзлых пород
8. Криогенные процессы и явления
9. Подземные воды в криолитозоне
10. Эволюция криолитозоны в истории Земли

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

#### ***8.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.***

Лекционный материал подается в современной визуализированной форме. Самостоятельная работа студентов предполагает использование пакетов компьютерных программ, освоенных в предшествующих курсах.

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

1. Предмет геокриологии. Научные направления геокриологии
2. Энергетический баланс Земли.
3. Механизмы переноса тепла в горных породах. Температурное поле горных пород. Геотермический градиент.
4. Уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия.
5. Температурные волны в массиве пород. Законы Фурье. Глубина нулевых амплитуд (суточных, годовых, многолетних) в массиве пород.
6. Промерзание - протаивание пород. Процессы, происходящие при замерзании воды и таянии льда в породах. Фронт и зона фазового перехода, фронт льдовыделения.
7. Задача теплопроводности при наличии фазовых переходов (Задача Стефана).
8. Методы решения задач промерзания-оттаивания пород. Формула Стефана, учет покровов на поверхности пород.
9. Процессы промерзания-оттаивания влаги в горных породах. Фазовые переходы свободной и связанной воды в лед. Зависимость содержания незамерзшей воды от температуры.
10. Кристаллизация воды и порового раствора.
11. Механизмы переноса влаги в промерзающих и мерзлых породах.
12. . Перенос ионов легкорастворимых солей и органических примесей при промерзании.
13. Физико-механические процессы в мерзлых породах, вызванные изменением температуры. Температурные деформации и растрескивание пород. Образование прослоев льда.
14. Физико-механические процессы в мерзлых породах, вызванные действием внешней нагрузки. Упругий, вязкий и пластический тип деформирования пород. Реологический характер деформирования.
15. Льдовыделение при промерзании пород в песчаных и глинистых породах.
16. Промерзание в «закрытой» и «открытой» системах.
17. Пучение и осадка пород при промерзании и оттаивании.
18. Структурные преобразования горных пород при промерзании.
19. Классификация криогенных текстур.
20. Органическое вещество и микроорганизмы в мерзлых породах
21. Физические свойства мерзлых пород
22. Электрические и акустические свойства пород.
23. Теплофизические свойства горных пород.
24. Механические свойства мерзлых пород.
25. Деформационные и прочностные характеристики мерзлых пород.
26. Состав мерзлых пород
27. Сезонное промерзание и протаивание.
28. Составляющие радиационно-теплового баланса
29. Классификация типов сезонного промерзания и протаивания пород В.А. Кудрявцева

30. Влияние природных факторов на формирование температурного режима и глубину сезонного промерзания и протаивания пород.
31. . Влияние снежного покрова на температурный режим и глубину сезонного промерзания и протаивания пород.
32. Влияние растительного покрова на температурный режим и глубину сезонного промерзания и протаивания пород.
33. Влияние «температурной сдвижки» на среднегодовую температуру пород.
34. Влияние летних атмосферных осадков на среднегодовую температуру пород.
35. Влияние водоемов на температурный режим донных осадков.
36. . Потенциальное сезонное промерзание и потенциальное сезонное оттаивание пород.
37. Распространение многолетнемерзлых пород на территории России.
38. . Влияние граничных условий на формирование мощности и температурного режима мёрзлых толщ.
39. Зависимость мощности и температурного режима многолетнемерзлых толщ от геологических факторов и процессов.
40. . Криогенные процессы и явления. Криогенное выветривание.
41. Морозное пучение дисперсных пород и его практическое значение.
42. Морозобойное растрескивание и полигонально-жильные образования.
43. Термокарст.
44. Склоновые криогенные процессы и явления.
45. Криогенные процессы и явления, связанные с деятельностью воды
46. Зональные и региональные факторы формирования геокриологических условий.
47. Современное распространение криолитозоны на Земле.
48. Синкриогенные и эпикриогенные многолетнемерзлые породы.
49. Криогенное строение синкриогенных пород.
50. Криогенное строение эпикриогенных пород.
51. Общие положения по рациональному использованию мерзлых пород при освоении криолитозоны
52. Преобразования природной среды при освоении крупных территорий криолитозоны.
53. Рациональное использование криолитозоны при дорожном строительстве, строительстве линий электропередач (ЛЭП) и аэродромных покрытий.
54. Рациональное использование криолитозоны при строительстве и эксплуатации сооружений
55. Агробиологические виды освоения криолитозоны.
56. Принципы использования ММП в качестве оснований инженерных сооружений. Типы фундаментов.
57. Принципы использования ММП в качестве оснований инженерных сооружений. Способ обеспечения устойчивости сооружения по 1 принципу (сохранение мерзлого состояния) и путем предварительного промораживания грунтов.
58. Принципы использования ММП в качестве оснований инженерных сооружений. Способ обеспечения устойчивости сооружения по 2 принципу (при допущении оттаивания) и путем предварительного оттаивания.

59. Методы мелиорации мерзлых пород как оснований сооружений

60. Методы прогноза геокриологических условий при освоении криолитозоны.

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)</b>				
<b>Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств</b>	2	3	4	5
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

**Примерный перечень вопросов к итоговой аттестации по курсу**

1. Температурное поле в горных породах. Механизмы переноса тепла в горных породах.
2. Периодически установившийся температурный режим в породах без фазовых переходов. Законы Фурье

3. Фазовый состав влаги в мерзлых породах. Фазовые превращения воды в дисперсных породах. Зависимость содержания незамерзшей воды и льда от состава, строения и свойств мерзлых пород.
4. Промерзание - протаивание массива горных пород. Процессы, происходящие при замерзании воды и таянии льда в породах.
5. Методы решения краевых задач о промерзании и протаивании пород. Приближенные формулы расчета глубин промерзания и протаивания.
6. Физико-химические и механические процессы в промерзающих и протаивающих породах.
7. Физико-механические процессы в мерзлых породах, вызванные изменением температуры и действием внешней нагрузки.
8. Теплофизические и физико-механические условия формирования криогенных текстур. Классификация типов криогенных текстур.
9. Морозное пучение дисперсных пород.
10. Криогенные процессы и явления. Криогенное выветривание.
11. Морозобойное растрескивание и полигонально-жильные образования.
12. . Термокарст, причины и условия его образования. Формы проявления термокарстовых процессов в рельефе.
13. Склоновые криогенные процессы и явления.
14. Состав мерзлых пород.
15. Физические и теплофизические свойства мерзлых пород
16. Прочностные и деформационные свойства мерзлых пород
19. Энергетический баланс Земли. Парниковый эффект. Термодинамические условия развития многолетнемерзлых толщ.
17. Современные представления о формировании и развитии многолетнемерзлых толщ горных пород.
18. Формирование глубин сезонного промерзания и протаивания пород. Классификация типов сезонного промерзания и протаивания пород В.А. Кудрявцева
19. Влияние снежного и растительного покровов на формирование температурного режима и глубины сезонного промерзания и протаивания пород
20. Влияние «температурной сдвижки» и инфильтрации летних атмосферных осадков на среднегодовую температуру пород
21. Влияние водных покровов на температурное поле горных пород
22. . Распространение многолетнемерзлых пород и строение криолитозоны.
23. Зональные и региональные факторы формирования геокриологических условий.
24. Влияние граничных условий на формирование мощности мерзлых толщ. Зависимость мощности многолетнемерзлых толщ от геологических факторов и процессов.
25. Синкриогенные и эпикриогенные многолетнемерзлые породы; особенности их криогенного строения
26. Методы прогноза геокриологических условий при освоении криолитозоны.
27. . Принципы строительства инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах и способы обеспечения устойчивости оснований фундаментов.
28. Методы мелиорации мерзлых пород как оснований сооружений.

29. Общие положения по рациональному использованию мерзлых пород при освоении криолитозоны.
30. Особенности проявления мерзлотно-температурной широтной зональности в регионах с различной степенью континентальности климата - "геокриологическая секториальность".
31. Зональные варианты мерзлотно-температурной высотной поясности
32. Талики в криолитозоне: понятия, причины образования и существования
33. Основные категории подземных вод по отношению к мерзлым толщам горных пород.
34. Влияние вертикальной гидрохимической поясности на строение криолитозоны
35. Наледи: причины образования, классификации наледей по источникам вод, по размерам, по отношению к таликам. Типизация наледей по генезису и размерам
36. Этапы проведения геокриологической съемки.
37. Метод ключевых участков при геокриологической съемке
38. Маршрутные исследования при геокриологических исследованиях
39. Бурение и наблюдения в скважинах при геокриологической съемке
40. Методика измерения температуры в скважинах.
41. Термометрические комплекты, используемые при геокриологической съемке
42. Полевые исследования при изучении слоев сезонного промерзания и сезонного оттаивания пород
43. Методы определения глубины сезонного промерзания или оттаивания пород
44. Полевые методы изучения влажности и льдистости мерзлых пород
45. Полевые методы изучения влажности и плотности (объемной массы) мерзлых пород

## **9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

### **9.1 Перечень основной литературы**

1. Ершов Э.Д. Общая геокриология. М., Недра, 1990.
2. Лабораторные методы исследований мерзлых пород. / Ред. Э.Д. Ершов. М., МГУ, 1985.
3. Мерзлотоведение. / Ред. В.А.Кудрявцев. М., МГУ, 1981.
4. Методика мерзлотной съемки. / Ред. В.А. Кудрявцев. М., МГУ, 1979.
5. Романовский Н.Н. Основы криогенеза литосферы. М., МГУ, 1993.

### **9.2 Перечень дополнительной литературы**

1. Романовский Н.Н. Подземные воды криолитозоны. / Ред. В.А. Всеволожский. М., МГУ, 1983.
2. Harris S., Brouchkov A., Cheng G. Geocryology. CRC, 2018.

### **9.3 Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)**

Отсутствует

### **9.4 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

отсутствует

**9.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)**

отсутствует

**9.6 Описание материально-технического обеспечения.**

Компьютер с доступом в Интернет, проекционное оборудование для презентаций, средства звуковоспроизведения, экран.

**10. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ.** - русский

**11. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ (ПРЕПОДАВАТЕЛИ).** – к.г.-м.н., доцент геологического факультета МГУ, Лисицына О.М.

**12. АВТОР (АВТОРЫ) ПРОГРАММЫ.** – д.г.-м.н., профессор геологического факультета МГУ Брушков А.В., к.г.-м.н., доцент геологического факультета МГУ Лисицына О.М.