

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

Геокриология

Авторы-составители: Брушков А.В.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Гидрогеология, инженерная геология и 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 бакалавриата, 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.

Цель 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.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – 3, семестр – 5,6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин: Математика, Физика, Общая геология, Структурная геология, Историческая геология, Геология четвертичных отложений, Геоморфология, Грунтоведение, Гидрогеология. Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин «Основы криогенеза литосферы», а также 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-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

знать: радиационно-тепловой баланс и природу теплового поля Земли, условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых пород, классификацию сезонного промерзания и протаивания, состав, строение и основные свойства мерзлых пород, основные криогенные процессы и явления, условия формирования подземных под в криолитозоне, иметь представления о динамике мерзлых толщ и их истории, методике экспериментальных и полевых геокриологических исследований;

уметь: оценивать возможность образования и деградации мерзлых толщ, ставить основные задачи мерзлотной съемки, проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты мерзлых толщ, пользоваться методами и программами для расчета теплового режима горных пород;

владеть: основной терминологией геокриологии, простейшими методами расчета промерзания и влияния различных факторов на температурный режим горных пород, методами базовых геокриологических исследований.

4. Формат обучения – лекционные, лабораторные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 7 з.е., в том числе 119 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (71 час – занятия лекционного типа, 21 час – занятия семинарского типа, 27 – лабораторные занятия),

97 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет в 5 семестре, экзамен в 6 семестре.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация)

В курсе “Геокриология” излагаются следующие проблемы:

Геокриология и криология планет. Распространение мёрзлых пород на земном шаре. Методические основы геокриологии. Краткая история геокриологии. 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 многолетнемерзлых пород. Теплопередача и температурное поле в горных породах. Промерзание и протаивание горных пород и осадков. Химические реакции и процессы в промерзающих и протаивающих породах. Физико-химические и механические процессы в промерзающих и протаивающих породах. Криогенные процессы и явления. Формирование состава, криогенного строения и свойств мёрзлых пород. Сезонное промерзание и протаивание горных пород. Мёрзлые породы как результат зональности, высотной поясности и тепло- и массообменных процессов на земной поверхности и в атмосфере. Подземные воды в криолитозоне. Эволюция мёрзлых толщ криолитозоны в истории Земли. Причины образования и эволюции криолитозоны, связь с динамикой климата и оледенениями. Методы полевых геокриологических исследований. Основы рационального использования и охраны геологической среды в криолитозоне.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Введение		3			3	2
Теплофизические, физико-химические и механические процессы в промерзающих, мёрзлых и протаивающих породах и их проявление в криолитозоне		10	9	7	26	12 Контрольная работа
Формирование состава, криогенного строения и свойств мёрзлых пород		10	9		19	10
Сезонное		8	9	7	24	12

промерзание и протаивание горных пород						
Принципы управления мерзлотным процессом при хозяйственном освоении территории. Геокриологический прогноз.		7			7	12 Контрольная работа Реферат Сдача расчетно-графических работ.
Закономерности формирования и развития толщ мёрзлых горных пород		6			6	10
Зональные и региональные особенности формирования геокриологических условий		6			6	10
Подземные воды в криолитозоне		8			8	10
Эволюция мёрзлых толщ криолитозоны в истории Земли		6		7	13	10
Методы полевых геокриологических исследований		10			7	11 Контрольная работа Реферат
Промежуточная аттестация 5-й семестр 6-й семестр						
Итого	216	119				97

Содержание разделов дисциплины:

Введение

Геокриология как раздел учения о криосфере Земли. Геокриология и криология планет. Мёрзлые горные породы - естественно-исторические геологические образования. Распространение мёрзлых пород на земном шаре. Методические основы геокриологии.

Краткая история геокриологии.

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. Физико-химические 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.

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.

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.

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.

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.

6. 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.

7. 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 водопоявлений в криолитозоне, их типизация. Наледи как

регулятор стока подземных вод, геологическая деятельность наледей. Борьба с негативным воздействием наледей на инженерные сооружения.

8. 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.

9. 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 керн и обнажений мёрзлых толщ, геофизические методы исследований. Виды и масштабы геокриологических съёмок и карт: инженерно-геокриологической, мерзлотно-гидрогеологических, эколого-геокриологических и т. д. Принципы и приёмы управления мерзлотным процессом. Основы рационального использования и охраны геологической среды в криолитозоне.

Содержание практических (лабораторных занятий):

Теплофизические и механические свойства мерзлых горных пород. Криогенное строение мерзлых пород. Влияние факторов природной среды на формирование температурного режима горных пород.

Содержание семинаров.

Выступления студентов с докладами на основе опубликованных в отечественных и зарубежных научных журналах статей, отражающих крупные научные результаты, и их обсуждение.

Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы дисциплины “Геокриология” используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (119 часов) занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, а самостоятельная работа студентов подразумевает работу над рефератами под руководством преподавателя (40 часов) и работу студента в компьютерном классе или библиотеке Геологического факультета (93 часа).

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.

Примерные темы рефератов по разделам дисциплины

1. История освоения Арктики и развития геокриологии
2. Роль отечественных ученых в геокриологии
3. Глобальное изменение климата и его возможные причины
4. Ж.Фурье и его вклад в теорию передачи тепла и геокриологию
5. Подземные льды и условия их залегания
6. Криогенные текстуры мерзлых пород
7. Криогенные процессы и явления
8. В.А.Кудрявцев и его вклад в геокриологию
9. Подземные воды в криолитозоне

10. Эволюция криолитозоны в истории Земли
11. Ландшафтно-ключевой метод в мерзлотной съемке

Контрольные вопросы и задания:

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. Парниковый эффект
23. Электрические и акустические свойства пород.
24. Теплофизические свойства горных пород.
25. Механические свойства мерзлых пород.
26. Деформационные и прочностные характеристики мерзлых пород.
27. Состав мерзлых пород
28. Сезонное промерзание и протаивание.
29. Составляющие радиационно-теплого баланса
30. Классификация типов сезонного промерзания и протаивания пород В.А. Кудрявцева
31. Влияние природных факторов на формирование температурного режима и глубину сезонного промерзания и протаивания пород.
32. Влияние снежного покрова на температурный режим и глубину сезонного промерзания и протаивания пород.
33. Влияние растительного покрова на температурный режим и глубину сезонного промерзания и протаивания пород.
34. Влияние «температурной сдвижки» на среднегодовую температуру пород.
35. Влияние летних атмосферных осадков на среднегодовую температуру пород.

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

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

В течение преподавания курса «Геокриология» качестве формы текущего контроля успеваемости студентов используется оценка рефератов (по одному в каждом семестре). По итогам обучения в 5-м семестре зачет, в 6 семестре экзамен.

Вопросы к зачету и экзамену:

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. Механизмы влагопереноса в дисперсных породах.
 7. Механизмы миграции влаги к фронту промерзания. Промерзание по типу “закрытой или открытой системы”. Характер и интенсивность льдовыделения в процессе промерзания пород.
 8. Физико-химические и механические процессы в промерзающих и протаивающих породах.
 9. Физико-механические процессы в мерзлых породах, вызванные изменением температуры и действием внешней нагрузки.
 10. Теплофизические и физико-механические условия формирования криогенных текстур. Классификация типов криогенных текстур.
 11. Морозное пучение дисперсных пород.
 12. Криогенные процессы и явления. Криогенное выветривание.
 13. Морозобойное растрескивание и полигонально-жильные образования.
 14. Термокарст, причины и условия его образования. Формы проявления термокарстовых процессов в рельефе.
 15. Склоновые криогенные процессы и явления.
 16. Состав мерзлых пород.
 17. Физические и теплофизические свойства мерзлых пород
 18. Прочностные и деформационные свойства мерзлых пород
 19. Энергетический баланс Земли. Парниковый эффект. Термодинамические условия развития многолетнемерзлых толщ.
 20. Современные представления о формировании и развитии многолетнемерзлых толщ горных пород.
 21. Формирование глубин сезонного промерзания и протаивания пород. Классификация типов сезонного промерзания и протаивания пород В.А. Кудрявцева
 22. Влияние снежного и растительного покровов на формирование температурного режима и глубины сезонного промерзания и протаивания пород
 23. Влияние «температурной сдвижки» и инфильтрации летних атмосферных осадков на среднегодовую температуру пород
 24. Влияние водных покровов на температурное поле горных пород
 25. Распространение многолетнемерзлых пород и строение криолитозоны.
 26. Зональные и региональные факторы формирования геокриологических условий.
 28. Влияние граничных условий на формирование мощности мерзлых толщ. Зависимость мощности многолетнемерзлых толщ от геологических факторов и процессов.
 29. Синкриогенные и эпикриогенные многолетнемерзлые породы; особенности их криогенного строения
 30. Методы прогноза геокриологических условий при освоении криолитозоны.
 32. Принципы строительства инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах и способы обеспечения устойчивости оснований фундаментов.
 33. Методы мелиорации мерзлых пород как оснований сооружений.
 34. Общие положения по рациональному использованию мерзлых пород при освоении криолитозоны.
 35. Причины природных широтных зональностей: климатической и мерзлотно-температурной.
 36. Особенности проявления мерзлотно-температурной широтной зональности в регионах с различной степенью континентальности климата - “геокриологическая секториальность”.
 37. Южная и северная геокриологическая зоны: условия и причины их образования, возраст и современное строение криолитозоны в их пределах.
 38. Причины климатической и мерзлотно-температурной высотной поясности.
 39. Типы мерзлотно-температурной высотной поясности

40. Зональные варианты мерзлотно-температурной высотной поясности
41. Талики в криолитозоне: понятия, причины образования и существования
42. Классификация таликов по условиям существования.
43. Субэральные радиационно-тепловые талики; особенности распространения разных подтипов таких таликов в зависимости от особенностей климата и зонального положения региона.
44. Особенности преобразования подземных вод под влиянием формирования мерзлых толщ; мерзлые толщи как криогенные водоупоры
45. Основные категории подземных вод по отношению к мерзлым толщам горных пород.
46. Основные черты криогенного преобразования артезианских и адартезианских бассейнов.
47. Особенности криогенного преобразования гидрогеологических массивов и адмассивов.
48. Образование криогенных бассейнов напорных трещинных вод
49. Влияние вертикальной гидрохимической поясности на строение криолитозоны
50. Причины и условия формирования аномально низких пластовых давлений подземных вод в артезианских бассейнах.
51. Наледи как характерный тип водопроявлений в криолитозоне. Природные условия, способствующие образованию наледей. Геологическая деятельность наледей.
52. Наледи: причины образования, классификации наледей по источникам вод, по размерам, по отношению к таликам.
53. Типизация наледей по генезису и размерам
54. Наледи как регулятор стока подземных и поверхностных вод. Оценка ресурсов подземных вод по наледам.
55. Наледная опасность и борьба с негативным воздействием наледей на инженерные сооружения
56. Приемы реконструкции древних мерзлотно-обстановок на Земле
57. Основные этапы формирования покровных оледенений и мерзлоты в истории Земли
58. История развития мерзлоты в позднем кайнозое
59. История развития криолитозоны в позднем плиоцене – среднем плейстоцене
60. История развития криолитозоны в позднем плейстоцене и голоцене. Позднеплейстоценовый термический минимум, голоценовый оптимум - их воздействие на современную криолитозону.
61. Цель и задачи геокриологической съемки.
62. Этапы проведения геокриологической съемки.
63. Метод ландшафтного микрорайонирования.
64. Метод ключевых участков при геокриологической съемке
65. Маршрутные исследования при геокриологических исследованиях
66. Бурение и наблюдения в скважинах при геокриологической съемке
67. Методика измерения температуры в скважинах.
68. Термометрические комплекты, используемые при геокриологической съемке
69. Методы изучения строения криолитозоны.
70. Методы определения мощности многолетнемерзлых пород.
71. Применение геофизических методов при геокриологической съемке
72. Изучение строения и мощности криолитозоны геофизическими методами.
73. Полевые исследования при изучении слоев сезонного промерзания и сезонного оттаивания пород
74. Методы определения глубины сезонного промерзания или оттаивания пород
75. Полевые методы изучения влажности и льдистости мерзлых пород
76. Полевые методы изучения влажности и плотности (объемной массы) мерзлых пород

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: радиационно-тепловой баланс и природу теплового поля Земли, условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых пород, классификацию сезонного промерзания и протаивания, состав, строение и основные свойства мерзлых пород, основные криогенные процессы и явления, условия формирования подземных льдов в криолитозоне, иметь представления о динамике мерзлых толщ и их истории, методике экспериментальных и полевых геокриологических исследований;	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: оценивать возможность образования и деградации мерзлых толщ, ставить основные задачи мерзлотной съемки, проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты мерзлых толщ, пользоваться методами и программами для расчета теплового режима горных пород;	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение оценивать возможность образования и деградации мерзлых толщ, ставить основные задачи мерзлотной съемки, проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты мерзлых толщ,	Успешное умение оценивать возможность образования и деградации мерзлых толщ, ставить основные задачи мерзлотной съемки, проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты мерзлых толщ,
Владения: основной профессиональной терминологией, простейшими методами расчета промерзания и влияния различных факторов на температурный режим	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования методов	Владение методами, использование их для решения задач.

горных пород, методами базовых геокриологических исследований.				
--	--	--	--	--

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

Основная литература:

Ершов Э.Д. Общая геокриология. М., Недра, 1990.

Лабораторные методы исследований мерзлых пород. / Ред. Э.Д. Ершов. М., МГУ, 1985.

Мерзлотоведение. / Ред. В.А.Кудрявцев. М., МГУ, 1981.

Методика мерзлотной съемки. / Ред. В.А. Кудрявцев. М., МГУ, 1979.

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

Романовский Н.Н. Подземные воды криолитозоны. / Ред. В.А. Всеволожский. М., МГУ, 1983.

Дополнительная литература:

Harris S., Brouchkov A., Cheng G. Geocryology. CRC, 2018.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
База данных National Snow and Ice Data Center, USA

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется): <https://geocryology.com/>; <https://nsidc.org/>; <https://meteoinfo.ru/>;

Д) Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Геокриология» используются специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета МГУ, лаборатории кафедры геокриологии

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Брушков А.В.

11. Автор программы – Брушков А.В.