

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан Геологического факультета
академик

_____ /Д.Ю.Пушаровский/

«__» _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая геокриология

Автор-составитель: Гагарин В.Е.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

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

Москва 20__

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*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. № 1674.

Год (годы) приема на обучение – 2017.

© 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

Целью освоения дисциплины «Общая геокриология» является приобретение студентами знаний о физических, математических, географических и геологических основах геокриологии, об основных закономерностях формирования, распространения и развития многолетнемерзлых пород и криогенных процессов.

.Задачи:

– формирование представлений о месте и роли многолетнемерзлых толщ в системе взаимодействующих природных оболочек планеты, причинах формирования криолитосферы, общих условиях залегания и динамике многолетнемерзлых пород, их составе, строении и основных свойствах, общих закономерностях формирования различных типов сезонно- и многолетнемерзлых пород, криогенных процессах и явлениях.

– получение представлений об условиях, возможностях и способах хозяйственного использования территорий в криолитозоне.

– приобретение знаний об основных методах мерзлотных исследований.

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – III, семестры – 5,6.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Дисциплина базируется на курсах цикла естественно-научных дисциплин, входящих в модули Математика и Физика, Общая геология, и материалах цикла профессиональных дисциплин – Структурная геология, Историческая геология, Геология четвертичных отложений, Геоморфология. Студенты, обучающиеся по данному курсу к 5 семестру должны знать основы математического анализа.

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дальнейшего освоения материалов по курсам Грунтоведение, Гидрогеология.

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

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

Общепрофессиональные компетенции:

Способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, владение высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОПК-1.Б);

Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (ОПК-3.Б);

Профессиональные компетенции:

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)

ПК-3.Б. Способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в получении и интерпретации информации (в соответствии с профилем подготовки) (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: общие и частные закономерности формирования геокриологических условий; роль геологических, географических, геоботанических, гидрогеологических факторов и условий в формировании и пространственной изменчивости основных геокриологических характеристик; геокриологические классификации, используемые при геокриологической съемке и картировании; методику районирования изучаемой территории по условиям и факторам, определяющим теплообмен в горных породах; особенности применения геологических, географических и геоботанических методов исследования при геокриологической съемке; методику полевых, лабораторных и камеральных

геокриологических методов исследования; содержание геокриологических карт различного вида и масштаба.

Уметь: планировать, организовывать и проводить геокриологические исследования территории; выбирать рациональный комплекс методов для изучения геокриологических условий в различных зонально-региональных условиях; составлять общие и специальные геокриологические карты.

Владеть: основными методами интерпретации данных геокриологических и геофизических исследований.

4. Формат обучения – лекции и лабораторные работы.

5. Объем дисциплины (модуля))

составляет **6 з.е., 216 часов**, в том числе **100 часов**, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции- **58 часов** и **42 часа**- занятия лабораторного типа); **116 часов** на самостоятельную работу обучающихся, в том числе **7 часов** промежуточная аттестация – зачет и **10 часов** – 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):

Освоение дисциплины «Общая геокриология» направлено на приобретение знаний о физических, математических, географических и геологических основах геокриологии, об основных закономерностях формирования, распространения и развития многолетнемерзлых пород и криогенных процессов. Предметом освоения являются геокриологические понятия и их определения, причины формирования криолитосферы, общие условия залегания и динамика многолетнемерзлых пород, их состав, строение и основные свойства, криогенные процессы и явления, а также условия и возможности хозяйственного использования территорий в криолитозоне. Освоение этой дисциплины позволяет получить знания об общих закономерностях формирования различных типов сезонно- и многолетнемерзлых пород; приобрести сведения об основных методах геокриологических исследований изменчивости геокриологических характеристик. Студенты получают опыт составления геокриологических карт и разрезов.

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 лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение: предмет геокриология, связь со смежными науками, научные направления	2	2	–	–	2	
Раздел 2. Теория формирования многолетнемерзлых пород, энергообмен на земной поверхности,	6	4			4	Обсуждения материалов лекций, самостоятельная 2 часа

теплообороты в горных породах						
Раздел 3. Пространственно-временная изменчивость среднегодовой температуры многолетнемерзлых пород	4	2			2	Контроль усвоения материала лекции, 2 часа
Раздел 4. Влияние природных факторов и условий на процессы сезонного оттаивания и сезонного промерзания пород	10	4			4	Контроль усвоения закономерностей формирования и динамики глубины сезонного оттаивания (промерзания), 6 часов

Раздел 5. Климатические, палео-географические и палео-геологические причины формирования мощности мерзлых пород.	8	4			4	Контроль за умением анализа условий формирования многолетнемерзлых толщ пород (семинар), 4 часа
Раздел 6. Температурные поля, аградация и деградация толщ мерзлых пород	4	2				Обсуждение содержания лекции, 2 часа
Раздел 7. Подземные льды, криогенное строение мерзлых пород разного генезиса	8	2			2	Контроль за изучением учебной литературы и научных публикаций, 6 часов
Раздел 8. Син- и эпигенетические мерзлые толщи пород, их криогенное строение и льдосодержание	6	4			4	Контроль за усвоением материалов лекций (семинар), 2 часа
Раздел 9. Радиационно-тепловой баланс поверхности и температура подстилающих пород	6		3		3	Контроль выполнения задания, 3 часа
Раздел 10. Влияние	9		3		3	Обсуждение

влажности пород на глубину сезонного оттаивания и сезонного промерзания						получаемых зависимостей, 6 часов
Раздел 11. Влияние снежного и растительного покрова на температурный режим в слое годовых теплооборотов	7		3		3	Обсуждение получаемых зависимостей, 4 часа
Раздел 12. Влияние теплопроводности на среднегодовую температуру на подошве слоя сезонного оттаивания (промерзания)	7		3		3	Контроль выполнения задания, 4 часа
Раздел 13. Влияние водного покрова и инфильтрации атмосферных осадков на температурный режим горных пород	6		4		4	Контроль выполнения задания, 2 часа

Раздел 14. Потенциальное сезонное протаивание и потенциальное сезонное промерзание пород.	8		6		6	Обсуждение динамики сезонного оттаивания (промерзания) пород, 2 часа
Раздел 15. Классификация типов сезонного оттаивания (промерзания) пород	6		2		2	Обсуждение классификации В.А.Кудрявцева для изучения пространственно-временной изменчивости глубины сезонного оттаивания (промерзания), 4 часа
Раздел 16. Влагоперенос и льдовыделение в породах при промерзании	8	4			4	Контроль освоения материала лекции, 4 часа

Раздел 17. Физико-химические и механические процессы в промерзающих породах	10	4			4	Контроль освоения материала лекции, 6 часов
Раздел 18 Теплофизические и физико-механические условия формирования криотекстур. Структурные связи в мерзлых породах	8	4			4	Обсуждение специфики криогенного текстурообразования в различных условиях, 4 часов
Раздел 19 Талики и подземные воды в криолитозоне	8	4			4	Обсуждение взаимосвязи таликов и подземных вод в криолитозоне, 4 часа
Раздел 20 Мерзлотно-геологические процессы и явления, причины и условия их развития	12	6			6	Обсуждение древних и современных проявлений процессов, 6 часов
Раздел 21 Геокриологическая съемка и картирование – методическая основа геокриологических закономерностей	12	6			6	Обсуждение методических основ геокриологической съемки и составления геокриологических карт (семинар), 6 часов

Раздел 22. Геокриологический прогноз и оценка экологических последствий изменения геокриологических условий	8	4			4	Обсуждение задач геокриологического прогноза, 4 часа
Раздел 23. Методы изучения криогенного строения и физических свойств мерзлых пород	9			5	5	Обсуждение разных методов, 4 часа
Раздел 24 Методы изучения промерзания и	9			5	5	Обсуждение закономерностей изменения

протаивания пород и механических свойств мерзлых пород						механических свойств мерзлых пород, 4 часа
Раздел 25. Изучение фазового состава воды мерзлых пород	9			5	5	Обсуждение зависимости фазового состава воды в мерзлых породах разного генезиса, 4 часа
Раздел 26. Изучение теплофизических свойств мерзлых пород	9			4	4	Обсуждение зависимости теплофизических свойств мерзлых пород от их состава, плотности, льдистости (семинар), 5 часов
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	7					7 часов
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	10					10 часов
Итого	216			100		116

Содержание дисциплины

1. Введение. Предмет изучения геокриологии как науки. История изучения криолитозоны. Когда и почему возникла криосфера. Площадь распространения толщ и массивов многолетнемерзлых пород, условия залегания их в разрезе. Связь со смежными науками. Основные термины и геокриологические характеристики. Основные научные направления в геокриологии.
2. Теория формирования и динамики многолетнемерзлых пород В.А.Кудрявцева. Энергообмен на земной поверхности и горных пород. Структура радиационно-теплого баланса земной поверхности и влияние её составляющих на среднегодовую температуру пород. Годовые теплообороты в слое пород. Климатические колебания температуры воздуха и периодически установившийся температурный режим подстилающих горных пород. Уравнение теплопроводности и законы Фурье в геокриологии. Кондуктивный и конвективный теплообмен в толщах и массивах горных пород.
3. Влияние природных факторов и условий на формирование и пространственно-временную изменчивость среднегодовой температуры пород. Широтная зональность, высотная поясность и секториальность условий формирования многолетнемерзлых пород. Влияние рельефа, снежного покрова, растительности, водного покрова, состава и литологических особенностей отложений и др. природных условий на среднегодовую температуру горных пород.
4. Сезонное оттаивание и сезонное промерзание горных пород. Классификация типов сезонноталого и сезонномерзлого слоев В.А.Кудрявцева. Изучение закономерностей пространственной и временной изменчивости глубины сезонного оттаивания и сезонного промерзания на основе классификации. Перелетки мерзлых пород и несливающаяся мерзлота в переходных и полупереходных типах сезонноталого и

сезонномерзлого слоев по классификации В.А.Кудрявцева под влиянием динамики погодных условий и короткопериодных колебаний температуры воздуха.

5. Факторы и условия формирования мощности многолетнемерзлых толщ и массивов горных пород. Роль средне- и длиннопериодных климатических ритмов, трансгрессии и регрессии арктических морей. Влияние рельефа, ландшафтных условий, геологического строения и состава пород, подземный вод и теплопотока из недр Земли.
6. Температурные поля в толщах многолетнемерзлых пород. Одномерные и неоднородные температурные поля. Аградационные и деградационные типы температурных кривых, полученных по замерам температуры в глубоких скважинах. Стационарные и нестационарные мерзлые толщи.
7. Подземные льды в толщах и массивах многолетнемерзлых пород. Классификации подземных льдов П.А.Шумского и В.И.Втюрина. Конституционные льды и криогенные текстуры в дисперсных горных породах разного генезиса. Криогенные структуры мерзлых пород.
8. Типы многолетнемерзлых пород по характеру промерзания и их криогенному строению. Сингенетическое промерзание четвертичных отложений и их криогенное строение. Эпигенетическое промерзание пород, их криогенное строение и льдосодержание в разрезе по глубине.
9. Водно-физические, теплофизические, деформационные и прочностные свойства мерзлых и оттаивающих пород. Теплопроводность мерзлых и талых пород. Температурные деформации, реологические и физико-химические процессы. Миграция влаги в промерзающих и мерзлых породах. Диспергация и коагуляция в дисперсных отложениях. Тепловая осадка оттаивающих пород, их размываемость и размокаемость.
10. Талики и подземные воды в криолитозоне. Классификация таликов Н.Н.Романовского по причинам, условиям возникновения и существования. Распространение таликов в различных мерзлотно-температурных зонах. Динамика таликов под влиянием климата, изменения геологических и гидрогеологических условий. Надмерзлотные, межмерзлотные, внутримерзлотные и подмерзлотные воды, их взаимодействие с многолетнемерзлыми породами.
11. Мерзлотно-геологические процессы и явления. Систематизация процессов Л.С.Гарагули. Механизм процессов, причины и условия развития, формы проявления в отложениях и в рельефе: криогенного выветривания, морозобойного растрескивания, морозного пучения, наледообразования, термокарста, заболачивания, термоэрозии, термоабразии, солифлюкции, курумообразования. Синергетические эффекты проявления мерзлотно-геологических процессов.
12. Геокриологическая съемка и картирование. Принципы классификации многолетнемерзлых пород: признаки подразделения мерзлых пород по геолого-географической обстановке и составу пород; признаки подразделения мерзлых пород по характеру теплообмена; признаки подразделения мерзлых толщ по особенностям строения и частным их характеристикам. Использование классификации для составления специального геолого-географического районирования территории для геокриологической съемки. Масштабы, содержание карт геокриологических условий (синтетических); оценочных с элементами прогноза, типологического районирования для составления инженерно-геокриологических карт и карт специального содержания.
13. Геокриологический прогноз, методика и методы. Основные задачи на стадиях региональных исследований и инженерных изысканий. Основные показатели реакции многолетнемерзлых пород на техногенные воздействия. Роль геокриологического мониторинга и изучения опыта хозяйственного освоения районов в криолитозоне для постановки задач прогноза и выбора методов их решения.

14. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в криолитозоне. Основные принципы: изучение закономерностей формирования и динамики многолетнемерзлых горных пород, прогнозирование техногенных изменений ландшафтов и геокриологических условий, применение методов управления геокриологическими процессами, проведение геокриологического мониторинга.

Содержание лабораторных занятий

Раздел 1. Методы расчета температурного режима и глубины сезонного протаивания и промерзания пород

- 1.1. Радиационно-тепловой баланс поверхности Земли.
- 1.2. Влияние влажности пород на глубину сезонного протаивания и промерзания.
- 1.3. Влияние снежного покрова на температурный режим пород, глубину сезонного протаивания (промерзания).
- 1.4. Влияние растительного покрова на температурный режим пород, глубину сезонного протаивания (промерзания).
- 1.5. Влияние состава (теплопроводности) пород на среднегодовую температуру пород в подошве слоя сезонного протаивания (промерзания).
- 1.6. Влияние водного покрова на температурный режим донных отложений и их сезонное протаивание (промерзание).
- 1.7. Влияние инфильтрации летних атмосферных осадков на температуру пород и глубину сезонного протаивания.
- 1.8. Потенциальное сезонное протаивание и промерзание пород.
- 1.9. Классификация типов сезонного промерзания и протаивания В.А.Кудрявцева.

Раздел 2. Лабораторные методы изучения состава, строения и свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих пород.

- 2.1. Лабораторный эксперимент в геокриологии.
- 2.2. Методы изучения криогенного строения и физических свойств мерзлых пород.
- 2.3. Промерзание (протаивание) горных пород и методы его лабораторного изучения.
- 2.4. Лабораторные методы исследования механических свойств мерзлых пород.
- 2.5. Фазовый состав мерзлых пород.
- 2.6. Теплофизические свойства мерзлых пород.

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 расчетных и лабораторных работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

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. Причины природных широтных зональностей: климатической и мерзлотно-температурной.

6. Причины климатической и мерзлотно-температурной высотной поясности.
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 и температура земной поверхности.
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.
27. Влияние климатических ритмов, трансгрессии и регрессии Арктических морей на формирование мощности мерзлых толщ. Зависимость мощности многолетнемерзлых толщ от геологических факторов и процессов.
28. Синкриогенные и эпикриогенные многолетнемерзлые породы; особенности их криогенного строения.
29. Талики в криолитозоне: понятия, причины образования и существования. Классификация таликов по условиям существования.
30. Особенности распространения разных подтипов таликов в зависимости от особенностей климата и зонального положения региона.
31. Наледи: причины образования, классификации наледей по источникам вод, по размерам, по отношению к таликам.
32. Особенности преобразования подземных вод под влиянием формирования мерзлых толщ; мерзлые толщи как криогенные водоупоры.
33. Основные категории подземных вод по отношению к мерзлым толщам горных пород.
34. Признаки классификации многолетнемерзлых пород В.А.Кудрявцева
35. Методика геокриологической съемки и составления геокриологических карт
36. Методы прогноза геокриологических условий при освоении криолитозоны.
37. Принципы строительства инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах.
38. Методы мелиорации мерзлых пород.
39. Общие положения по рациональному использованию мерзлых пород при освоении криолитозоны.
40. Влияние вертикальной гидрохимической поясности на строение криолитозоны.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: строения и состава криолитозоны, законов ее формирования, особенностей развития криогенных процессов, физико-химических свойства мерзлых пород. Умения: использовать тепловые расчеты для оценки состояния мерзлых пород и оценки влияния на них различных природных и техногенных факторов.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение использовать тепловые расчеты применительно к природным условиям.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

основная литература:

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

М.: Изд-во МГУ, 2002

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.

Методы геокриологических исследований (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 2004, 512 с.

Лабораторные методы исследования мерзлых пород (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1985, 350 с.

Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях (под ред. В.А. Кудрявцева). М.: Изд-во МГУ, 1974, 431 с.

дополнительная литература:

Основы геокриологии. Ч.4. Динамическая геокриология (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 2001, 688 с.

Основы геокриологии. Ч.5. Инженерная геокриология (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1999, 526 с.

Методы определения механических свойств мерзлых грунтов (под ред. Э.Д. Ершова, Л.Т. Роман). М.: Изд-во МГУ, 160 с.

Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. М.: Наука, 1975, 214 с.

Жесткова Т.Н., Заболотская М.И., Рогов В.В. Криогенное строение мерзлых пород. М.: Изд-во МГУ, 137 с.

Фазовый состав влаги в мерзлых породах (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1979, 192 с.

Теплофизические свойства горных пород (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1984, 204 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ - нет

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

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

программное обеспечение – «Q-frost» и «Тундра»

интернет-ресурсы – Google Earth Pro, <https://geocryology.com>

Д) Материально-техническое обеспечение дисциплины: - персональные компьютеры

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели - Гагарин В.Е., Волохов С.С., Мотенко Р.Г., Кошурников А.В.

11. Автор программы – Гагарин В.Е.