

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 (специальные главы)**

Автор-составитель: Оспенников Е.Н.

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**Экологическая геология**  
**Магистерская программа**  
**Экологическая геология (ММ)**

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», уровень магистратуры (ММ) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г. № 1674.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## Цель и задачи дисциплины

**Целью** дисциплины Общая геокриология (специальные главы) являются приобретение студентами знаний о физических, географических и геологических основах геокриологии, об основных закономерностях формирования, распространения и развития многолетнемерзлых пород и геокриологических (криогенных геологических) процессов, являющихся главными компонентами экосистем в криолитозоне.

**Задачи дисциплины** - 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.

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

**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 «**Экологическая геология**»).

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплины «Эколого-геокриологический прогноз и мониторинг», «Инженерная геокриология», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

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

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

ОПК-3. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично).

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 (формируется частично).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

**Знать:** структуру радиационно-теплового баланса и природу теплового поля Земли, условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых пород, классификацию сезонного промерзания и оттаивания, состав, строение и основные свойства мерзлых пород, основные криогенные процессы и явления, условия формирования подземных вод в криолитозоне, иметь представления о динамике мерзлых толщ и их истории, методике экспериментальных и полевых геокриологических исследований.

**Уметь:** оценивать условия формирования, аградации и деградации мерзлых толщ, ставить основные задачи геокриологической съемки, проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты многолетнемерзлых толщ.

**Владеть:** методикой полевых геокриологических исследований, методами анализа и количественной оценки факторов природной среды, оказывающих влияние на формирование геокриологических условий, методикой геокриологического картографирования, основными методами изучения геокриологических процессов и явлений.

**4. Формат обучения** – лекционные и лабораторные занятия.

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 4 з.е., в том числе 70 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 56 часов – занятия лабораторного типа), 74 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

**6. Содержание дисциплины (модуля),**

Освоение дисциплины «Общая геокриология (специальные главы)» направлено на приобретение знаний о физических, математических, географических и геологических основах геокриологии, об основных закономерностях формирования, распространения и динамики 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, влияния геокриологических факторов на экосистемы, а также условия и возможности хозяйственного использования территорий в криолитозоне. Освоение этой дисциплины позволяет приобрести сведения об основных методах геокриологических исследований.

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

В результате изучения дисциплины магистранты получают знания по теории и практике организации и проведения геокриологического мониторинга, как составной части экологического мониторинга и мониторинга геологической среды, призванного обеспечить надёжную эксплуатацию хозяйственных объектов, а также по сохранению и рациональному использованию природных ресурсов. Рассматривается роль геокриологического прогноза как одного из основных инструментов контроля состояния природно-технических систем и разработки противодеформационных мероприятий для инженерных сооружений в криолитозоне. В рамках данной дисциплины проводится изучение структуры геокриологического мониторинга разных региональных уровней и типов природно-технических систем, особенностей технологической схемы организации и проведения геокриологического мониторинга, основных методов проведения наблюдений и обработки информации.

На практических занятиях студенты знакомятся с расчетными методами моделирования динамики геокриологической обстановки и развития инженерно-геокриологических процессов и явлений.

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. Многолетне- и сезонномёрзлые породы, их распространение и условия за- гания по площади и в разрезе. Широтная зональность и высотная поясность развития мёрзлых толщ на Земле		2			2	-
Раздел 2. Условия формирования сезонно- и многолетнемёрзлых пород. Энергообмен на поверхности земли, роль природных факто- ров и условий, сезонное промерзание и се- зонное оттаивание горных пород		2			2	Контрольная работа, инди- видуальный прием расчетно- графических задач, 8 часов
Раздел 3. Факторы и условия формирования температурного режима и мощности пород. Строение и свойства мерзлых пород Под- земные льды и криогенное строение мёрз- лых толщ		3	40		43	Контрольная работа, инди- видуальный прием расчетно- графических задач, бесе- дование (обсуждение рефе- ратов), 36 часов
Раздел 4. Талики и подземные воды в крио- литозоне. Геокриологические процессы и явления, как следствия перестройки гео- криологических систем при эволюции при- родных условий		2			2	Контрольная работа, 6 часа

Раздел 5. Геокриологический прогноз, его цели и задачи. Эколого-геокриологические проблемы освоения криолитозоны. Рациональное природопользование в криолитозоне		3	16		19	Реферат , 12 часов
Раздел 6. Геокриологическая съёмка как основной метод изучения геокриологических условий		2			2	Контрольная работа, 6 часов
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						6
<b>Итого</b>	<b>144</b>		<b>70</b>			74

## **Содержание разделов дисциплины:**

### Раздел 1. Многолетне- и сезонномёрзлые породы, их распространение и условия загания по площади и в разрезе. Широкая зональность и высотная поясность развития мёрзлых толщ на Земле

Распространение и условия залегания многолетнемёрзлых пород. Широкая зональность и высотная поясность толщ мёрзлых пород. Глубина и сплошность промерзания пород по вертикали. Южная и высотная границы распространения мёрзлых толщ. Классификация распространения мёрзлых толщ по площади и по времени существования.

### Раздел 2. Условия формирования сезонно- и многолетнемёрзлых пород. Энергообмен на поверхности земли, роль природных факторов и условий, сезонное промерзание и сезонное оттаивание горных пород

Энергообмен на земной поверхности. Кондуктивный и конвективный теплообмен в горных породах и их промерзание и протаивание. Температурный режим горных пород. Законы Фурье в геокриологии. Влияние природных факторов и условий на среднегодовую температуру пород. Факторы и условия формирования мощности многолетнемерзлых пород. Классификация типов сезонного промерзания и оттаивания горных пород по В.А. Кудрявцеву. Влияние напочвенных покровов, строения и водно-физических свойств пород на глубину их оттаивания и промерзания.

### Раздел 3. Факторы и условия формирования температурного режима и мощности пород. Строение и свойства мерзлых пород. Подземные льды и криогенное строение мёрзлых толщ.

Природные ландшафты как условия, определяющие теплообмен горных пород с атмосферой. Влияние прямой солнечной радиации. Влияние снежного и растительного покровов на среднегодовую температуру горных пород. Влияние состава и влажности (льдистости) на температурный режим пород. Понятие температурной сдвиге в сезонно оттаивающих сезонно промерзающих горных породах.

Верхние и нижние граничные условия и их влияние на мощность толщ многолетне-мёрзлых пород. Понятие геотермического градиента и его влияние на положение нижней границы мёрзлой толщи.

Подземные льды в многолетнемёрзлых горных породах. Криогенное строение мёрзлых толщ. Наложённые и унаследованные криогенные текстуры. Понятие о типах многолетнего промерзания пород. Залежеобразующие льды (повторно-жильный, инъекционный, пластовый, пещерный).

Физические и механические свойства мёрзлых пород: тепловые свойства дисперсных мёрзлых пород, водно-физические и физико-механические свойства горных пород. Электрические свойства пород.

### Раздел 4. Талики и подземные воды в криолитозоне. Геокриологические процессы и явления, как следствия перестройки геокриологических систем при эволюции природных условий

Происхождение таликов и их генетическая классификация по условиям образования. Связь подземных вод с типами таликов. Подземные воды надмерзлотные, внутримерзлотные, подмерзлотные и воды таликов. Роль вод таликов формировании условий водообмена в толщах многолетнемёрзлых пород.

Геокриологические процессы как экзогенных процессы-эндемики криолитозоны. Генетическая классификация геокриологических процессов и явлений. Реликтовые геокриологические явления, их индикаторная роль в палеогеокриологических реконструкциях.

### Раздел 5. Геокриологический прогноз, его цели и задачи. Эколого-геокриологические проблемы освоения криолитозоны. Рациональное природопользование в криолитозоне

Определение, цели и задачи геокриологического прогноза. Прогноз естественно-исторический, техногенный и инженерный. Прогноз краткосрочный, среднесрочный, дол-

госрочный и сверхдолгосрочный. Классификация геокриологического прогноза по детальность проведения. Методы прогноза.

Значение факторов отрицательной температуры и льдистости горных пород при освоении территории криолитозоны. Особенности физико-механических свойств льдосо-держающих пород и проблемы проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений в криолитозоне. Тепловая чувствительность льдисты мёрзлых горных пород. Проблемы защиты инженерных объектов от опасных инженерно-геокриологических процессов. Защита природных комплексов криолитозоны от действия негативных геокриологических процессов, образующихся при хозяйственном освоении территории криолитозоны.

#### Раздел 6. Геокриологическая съёмка как основной метод изучения геокриологических условий

Понятие и роль геокриологической съёмки. Масштабы съёмки и методика её проведения. Методы ландшафтного районирования и ключевых участков. Принципы выбора ключевых участков и содержание полевых исследований, проводимых в их пределах. Методы геокриологических исследований при производстве геокриологической съёмки. Виды геокриологических карт и их содержание.

#### **Содержание занятий лабораторного типа:**

##### 1. Определение водно-физических свойств мёрзлых горных пород

Проведение экспериментальных определений на модельных образцах суммарной влажности дисперсных горных пород, их объёмного веса, пористости, объёмного веса скелета породы, величины объёмной льдистости.

##### 2. Определение тепловых свойств мёрзлых горных пород

Проведение экспериментальных определений на модельных образцах дисперсных горных пород: объёмной теплоёмкости в талом и мёрзлом состоянии, теплопроводности пород в талом и мёрзлом состоянии, объёмной удельной величины фазовых переходов при промерзании (оттаивании).

##### 3. Определение физико-механических свойств мёрзлых горных пород.

Проведение экспериментальных исследований дисперсных модельных образцов горных пород и получение данных по модулю общей деформации, коэффициенту Пуассона, показателя сжимаемости, модуля осадки при оттаивании и реологическим свойствам (времени релаксации), сопротивления одноосному сжатию

##### 4. Определение электрических свойств мёрзлых и талых горных пород.

Предусматривается исследование удельного электрического сопротивления грунта (при разной степени засоления), диэлектрической проницаемости.

Занятия проводятся в лабораториях кафедры

#### **Самостоятельная работа обучающихся**

Предусматривает написание рефератов и выполнение расчётных заданий.

Темы рефератов:

Роль напочвенного и снежного покровов в формировании температурного режима многолетнемёрзлых пород. Влияние состава горных пород на температурный режим мерзлых толщ. Высотная поясность распространения толщ многолетнемёрзлых пород. Сезонное промерзание и оттаивание горных пород аккумулятивных равнин и горных стран. Внешние и внутренние источники энергии и тепловое состояние верхних горизонтов литосферы.

Расчётные работы:

Определение отепляющего влияния снежного покрова при изменении его мощности и плотности. Расчёт охлаждающего влияния растительных покровов разного видового со-

става, мощности и влажности. Расчёты влияния состава горных пород и их влажности на глубину сезонного оттаивания (промерзания). Расчёт отепляющего влияния водоёма на среднегодовую температуру горных пород. Расчёт количественного влияния атмосферных осадков на среднегодовую температуру многолетнемёрзлых пород.

**Рекомендуемые образовательные технологии** При реализации программы дисциплины «Общая геокриология (специальные главы) используются различные образовательные технологии:

- аудиторных занятий занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора;
- практических занятий в аудиториях, оснащенных ПК.

Самостоятельная работа студентов предусматривает работу над рефератом под руководством преподавателя, работу студента в компьютерном классе или библиотеке Геологического факультета МГУ, решение практических заданий и их совместное обсуждение.

## **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 практических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля/ Темы контрольных работ и рефератов:***

1. Приходная и расходная части радиационно-теплового баланса поверхности земли.
2. Понятие теплооборота.
3. Периодически установившийся тепловой режим земной поверхности.
4. Понятие и уравнение теплового потока.
5. Географические факторы, влияющие на сезонное промерзание (оттаивание) горных пород.
6. Влияние параметров снежного покрова на среднегодовую температуру горных пород.
7. Влияние параметров растительного покрова на среднегодовую температуру горных пород.
8. Влияние состава и влажности горных пород на их среднегодовую температуру.
9. Слоистые криогенные текстуры.
10. Сингенетический тип многолетнего промерзания горных пород.
11. Инъекционный подземный лёд.
12. Повторно-жильный подземный лёд.
13. Генетическая классификация таликов криолитозоны.
14. Надмерзлотные подземные воды.
15. Подмерзлотные подземные воды.
16. Криогенное выветривание горных пород.
17. Солифлюкция, причины и скорость развития процесса.
18. Морозобойное трещинообразование.
19. Методы геокриологического прогноза.
20. Номенклатура мёрзлых грунтов.
21. Принципы использования многолетнемёрзлых грунтов в качестве основания инженерных сооружений.

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

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

1. Современное распространение и залегание в разрезе многолетнемерзлых пород в криолитозоне. Широтная зональность и высотная поясность геокриологических условий
2. Энергообмен на земной поверхности и температура пород
3. Климатические ритмы, законы Фурье и температурные поля в толщах многолетнемерзлых пород
4. Физико-химические процессы в промерзающих и оттаивающих породах (фазовый состав и миграция влаги, диспергация крупнообломочных пород, коагуляция глинистых фракций в тонкодисперсных породах).
5. Температурные деформации и реологические процессы в мерзлых породах
6. Специфика механических и теплофизических свойств мерзлых и оттаивающих пород
7. Среднегодовая температура горных пород, причины ее пространственной и временной изменчивости
8. Сезонное промерзание и сезонное оттаивание пород. Влияние природных факторов на мощность сезонноталого и сезонномерзлого слоев. Классификация В.А. Кудрявцева типов сезонноталого и сезонномерзлого слоев
9. Мощность многолетнемерзлых пород, основные закономерности ее изменения на территории России
10. Талики в криолитозоне. Причины их существования. Типы подземных вод в криолитозоне, их взаимодействие с многолетнемерзлыми породами, роль таликов
11. Подземные льды и криогенное строение мерзлых пород
12. Син- и эпигенетические толщи многолетнемерзлых пород, их криогенное строение и льдонасыщенность
13. Мерзлотно-геологические процессы (морозобойное растрескивание, морозное пучение, термокарст), формы их проявления в рельефе
14. Специфика процессов термоэрозии и термоабразии в криолитозоне
15. Признаки классификации многолетнемерзлых горных пород В.А. Кудрявцева
16. Геокриологическая съемка. Методические основы составления геокриологических карт. Задачи инженерно-геокриологических исследований.
17. Геокриологический прогноз. Виды и задачи прогноза.
18. Эколого-геокриологический мониторинг. Его цели и задачи.
19. Биотопы экосистем в криолитозоне. Влияние отрицательно температурного и криологического факторов.
20. Принципы рационального природопользования в криолитозоне. Способы использования многолетнемерзлых пород в качестве основания сооружений. Оценка тепловой устойчивости многолетнемерзлых грунтов.

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

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: структуры радиационно-теплового баланса и природы теплового поля Земли, условий формирования се-	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания, охватывающие только отдельные вопросы	Общие, но не структурированные знания	Полные и систематические знания

<p>зонно- и многолетнемерзлых пород, классификации сезонного промерзания и оттаивания; состава, строение и основных свойств мерзлых пород, основных криогенных процессов и явлений, условий формирования подземных вод в криолитозоне; иметь представления о динамике мерзлых толщ и их истории, методике экспериментальных и полевых геокриологических исследований.</p>				
<p>Умения: оценивать условия формирования, аградации и деградации мерзлых толщ, ставить основные задачи геокриологической съемки, проводить первичную обработку полевого материала и строить разрезы или карты многолетнемерзлых толщ.</p>	<p>Умения отсутствуют</p>	<p>В целом присутствуют, но не полные и систематичные</p>	<p>Охватывают весь комплекс вопросов, но допускают неточности не принципиального характера</p>	<p>Умения решения всего комплекса вопросов</p>
<p>Владения: методикой полевых геокриологических исследований, методами анализа и количественной оценки факторов природной среды, оказывающих влияние на формирование геокриологических условий, методикой геокриологи-</p>	<p>Навыки владения методами и методиками отсутствуют</p>	<p>Неполное владение полевыми и камеральными методами, наличие отдельных навыков</p>	<p>Владение методами достаточно полное</p>	<p>Полное владение методами, способность поиска и расширения комплекса методов</p>

ческого картографирования, основными методами изучения геокриологических процессов и явлений.				
---	--	--	--	--

## **8. Ресурсное обеспечение:**

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

#### **- основная литература:**

1. Ершов Э.Д. Общая геокриология. М.: Изд-во МГУ, 2002.
2. Основы геокриологии. Части 2, 4, 6 / Под редакцией Э.Д.Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1996, 2001, 2008
3. Методы геокриологических исследований. М., Изд-во МГУ, 2004.
4. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геокриологических исследованиях. Учебное пособие. Издание 2, переработанное и дополненное М.: Издательство «Геоинфо», 2016, 512 с.

#### **-дополнительная литература:**

1. Методы определения механических свойств мерзлых грунтов (под ред. Э.Д. Ершова, Л.Т. Роман). М.: Изд-во МГУ, 160 с.
2. Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. М.: Наука, 1975, 214 с.
3. Жесткова Т.Н., Заболотская М.И., Рогов В.В. Криогенное строение мерзлых пород. М.: Изд-во МГУ, 137 с.
4. Фазовый состав влаги в мерзлых породах (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1979, 192 с.
5. Теплофизические свойства горных пород (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1984, 204

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

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

#### **Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы: программные комплексы «Тепло», «Тундра».**

#### **Д) Материально-техническое обеспечение: - персональные компьютеры, мультимедийный проектор.**

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Оспенников Е.Н.

11. Автор программы – Оспенников Е.Н.