

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
академик, РАН Добролюбов С.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОСНОВЫ КРИОГЕНЕЗА**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.02 «География»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Криолитология и гляциология»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 16, дата 12.10.22)

Москва 2022

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 «География»(программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года).

Год (годы) приема на обучение: 2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по Геоморфологии с основами геологии, Климатологии с основами метеорологии, Введение в физическую географию с основами землеведения, Ландшафтоведения, Физической географии России, Географического районирования, Общей палеогеографии, Грунтоведения, Основам мерзлотоведения и гляциологии, Основам криогенеза, Криолитологии, Мерзлотоведения, Физики и механики мерзлых пород и льдов.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
СПК-1. (формируется частично) способность применять знания о закономерностях формирования и генетических типах толщ мерзлых пород и ледников, зональных и региональных особенностях их распространения, макро- и микростроении, тепломассообмене в их толще, вертикальном строении и мощностях, а также умение использовать в теории и практике генетические классификации и систематики объектов криологии	СПК-1.1 Применяет теоретические концепции эволюции криосферы в научной и практической деятельности	Знать: основные законы и принципиальные положения науки о криогенезе; свойства криогенных грунтов и их характеристики, основные методы расчета состава и свойств криогенных грунтов. Уметь: правильно оценивать криогенные свойства грунтов; определять основные криогенные процессы в массиве грунта и их преобразования под действием внешних воздействий; оценивать устойчивость грунтов в криолитозоне Владеть: навыками экспериментальной оценки криогенных свойств грунтов; методами прогнозирования криогенного состояния и изменения мерзлых толщ; - методами палеогеографических реконструкции криогенных образований. .

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 39 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 33 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. 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	Работа с литературой	Подготовка к аттестациям	Всего
Тема 1. Мерзлые грунты как многофазная и многокомпонентная система.	4	3				3	1		1
Тема 2. Взаимодействие дисперсных грунтов с водой	4	3				3	1		1
Тема 3. Незамерзшая вода в мерзлых грунтах.	5	3				3	2		2
Тема 4. Миграция влаги в грунтовых системах	5	3				3	2		2
Текущая аттестация 1: тест	2					1		1	1
Тема 5. Особенности кристаллизации воды и формирования льда	6	4				4	2		2
Тема 6. Криогенные текстуры мерзлых грунтов	4	3				3	1		1
Тема 7. Криогенные процессы, связанные с изменениями температуры грунтов	5	3				3	2		2
Тема 8. Геохимические процессы в грунтах криолитозоны	5	4				4	1		1
Текущая аттестация 2: тест	4	3				3		1	1

Тема 9. Аутигенные минералы в мерзлых грунтах	3	2				2	1		1	
Тема 10. Газы и газовые гидраты в мерзлых грунтах	5	3				3	2		2	
Тема 11. Процессы структурообразования в криолитозоне.	4	3				3	1		1	
Текущая аттестация 3: тест	3					1		2	2	
									20	
Промежуточная аттестация экзамен	13	<i>Устный экзамен</i>					13			
Итого	72	39					33			

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Мерзлые грунты как многофазная и многокомпонентная система. Понятие о криогенезе, как науке, изучающей ведущие процессы, формирующие криосферу Земли. Характеристика компонентов мерзлых грунтов. Лед как главный компонент криогенных систем. .

Тема 2. Взаимодействие дисперсных грунтов с водой.

Поверхностная энергия дисперсных грунтов. Термодинамический и электрокинетический потенциалы грунтов. Поверхностные явления в дисперсных грунтах. Состав обменных катионов и его влияние на криолитогеенные свойства грунтов

Тема 3. Незамерзшая вода в мерзлых грунтах.

Классификации и модели существования незамерзшей воды. Факторы , определяющие содержание незамерзшей воды в мерзлых породах. Методы определения содержания незамерзшей воды в мерзлых породах.

Тема 4. Миграция влаги в грунтовых системах

Относительный термодинамический потенциал грунтовой влаги. Причины и закономерности миграции влаги. Методы определения влагопроводных свойств грунтов.

Тема 5. Особенности кристаллизации воды и формирования льда.

Термодинамические предпосылки процесса кристаллизации. Образование и рост кристаллов льда. Возникновение ледяных образований в разных средах. Формирование льда в атмосфере и гидросфере.

Тема 6. Криогенные текстуры мерзлых грунтов. Теплофизические основы формирования криогенных текстур. Физико–механические процессы в грунтах, обусловленные промерзанием. Классификации криогенных текстур. Мерзлотно-фациальный метод.

Тема 7. Криогенные процессы, связанные с изменениями температуры грунтов. Температурные деформации мерзлых грунтов. Морозобойное растрескивание мерзлых грунтов. Методы изучения морозобойного растрескивания.

Тема 8. Геохимические процессы в грунтах криолитозоны. Формирование химического состава вод в криолитозоне. Химический состав вод криолитозоны. Изотопный состав воды и льдов. Методы изучения химического и изотопного состава воды и льда

Тема 9. Аутигенные минералы в мерзлых грунтах . Химические реакции в промерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтах . Факторы химических реакций и условия, в которых они происходят. Основные условия образования аутигенных минералов при промерзании рыхлых отложений. Классификация аутигенных минералов

Тема 10. Газы и газовые гидраты в мерзлых грунтах. Содержание метана в мерзлых породах, и эмиссия его в атмосферу. Образование газовых гидратов в криолитозоне Состав, строение и свойства мерзлых гидратонасыщенных отложений.

Тема 11. Процессы структурообразования в криолитозоне. Формирование структурных признаков частиц скелета дисперсных грунтов. Особенности морфологии частиц скелета криолитогенных грунтов. Структурные связи в мерзлых грунтах. Особенности формирования основных типов микростроения мерзлых толщ.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

Текущая аттестация №1. Тест

Текущая аттестация №2. Тест

Текущая аттестация №3. Тест

Примерный перечень вопросов для тестов

1. Современные тенденции изменения вечной мерзлоты и возможные сценарии ее эволюции
2. Главные преимущества и недостатки современных методов оценки следов криогенеза
3. Реакция минеральной части криогенных грунтов на циклические изменения температуры
4. Изотопный состав подземных льдов – результаты современных исследований
5. Структура подземных льдов разного генезиса – сходства и различия
6. Характер разрушения основных породобразующих минералов – гранулометрия и морфология
7. Изменения характеристик температуры мерзлых пород Западного и Восточного полушарий в последние десятилетия – общие черты и различия.

8. Формирование лессовидных пород зоны вечной мерзлоты – основные процессы и следствия.

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Из чего состоит мерзлый дисперсный грунт и каково значение каждого из компонентов.
2. Что такое незамерзшая вода и почему она не замерзает ?
3. Лед как кристалл, особенности кристаллизации льда в промерзающих грунтах
4. Термодинамические условия миграции влаги.
5. Что такое коэффициент диффузии и какое влияние он оказывает на процесс промерзания дисперсных грунтов
6. Что такое миграция влаги при промерзании и к каким последствиям она приводит ?
7. Теплопроводность талых и мерзлых грунтов, в чем разница и в чем ее причина ?
8. Как влияет градиент температуры на размер формирующихся кристаллов льда в промерзающих дисперсных породах и почему?
9. В чем отличие температурных деформаций мерзлых дисперсных пород от скальных и немерзлых?
10. Чем отличается гранулометрический и минералогический состав криолитогенных пород от не криолитогенных?

Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен (устный).

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств:	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

практические контрольные задания)			активной форме	
-----------------------------------	--	--	----------------	--

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Рогов В.В. Основы криогенеза, Изд-во ГЕО, Новосибирск, 2009, 205 стр
2. Основы геокриологии ч.1. Физико-химические основы геокриологии, Изд-во МГУ, 1995, 368 с.; ч.2. Литогенетическая геокриология, Изд-во МГУ, 1996, 368 стр.
3. Э.Д. Ершов Физико-химия и механика мерзлых грунтов, Изд-во МГУ, 1986, 336 стр.
4. Э.Д. Ершов, И.Д. Данилов, В.Г. Чеверев Петрография мерзлых пород Изд-во МГУ, 1987, 311 стр.

Дополнительная литература:

1. Э.Д. Ершов Влагодперенос и криогенные текстуры в дисперсных породах Изд-во МГУ, 1979, 213 стр.
2. Комаров И.А. Термодинамические основы формирования криогенных систем. Изд-во
3. В.Н. Конищев, В.В. Рогов Методы криолитологических исследований, Изд-во МГУ 1994, 133 с.
4. Лабораторные методы исследования мерзлых пород Изд-во МГУ, 1985 350 стр.
5. Чеверев В.Г. Природа криогенных свойств грунтов Изд-во Научный Мир, 232 стр.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

- Программный продукт RAMMS
- Геоинформационный программный продукт ArcGIS

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Научная Электронная Библиотека - <http://www.e-library.ru>

Сайт кафедры криолитологии и гляциологии <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/crio/uchd/plan/>

Сайт журнала «Криосфера Земли»

<http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=2>

Сайтжурнала «Permafrost and Periglacial Processes»

https://www.researchgate.net/journal/1099-1530_Permafrost_and_Periglacial_Processes

Сайтжурнала «Arctic Antarctic and Alpine Research»

https://www.researchgate.net/journal/1523-0430_Arctic_Antarctic_and_Alpine_Research

сайтжурнала The Cryosphere

<http://www.the-cryosphere.net/index.html>

сайт журнала «Лёд и Снег»

<http://ice-snow.igras.ru/jour/issue/archive>

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - поисковая система научной информации www.scopus.com
 - электронная база научных публикаций www.webofscience.com
- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственная за курс — д.г.н. профессор кафедры криолитологии и гляциологии Рогов Виктор Васильевич

11. Разработчик программы: д.г.н. профессор кафедры криолитологии и гляциологии Рогов Виктор Васильевич