

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
член-корр. РАН Добролюбов С.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭВОЛЮЦИЯ КРИОСФЕРЫ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки:
05.04.02 «География»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Криолитология и гляциология»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 12, дата 8 декабря 2021 г.)

Москва 2021

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 утверждены 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 дисциплинам «Геоморфология с основами геологии», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрология», «Грунтоведение», «Ландшафтоведение», «Социально-экономическая география», «Физическая география России», «Историческая геология» и «Основы мерзлотоведения и гляциологии».

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
МПК-1. (формируется частично) Способен анализировать и сопоставлять данные, полученные с помощью различных методов исследований для краткосрочного и долгосрочного прогнозов, палеореконструкций.	Владеет знаниями о закономерностях эволюции криосферы во времени и пространстве, способен анализировать и сопоставлять данные, полученные с помощью различных методов исследований для краткосрочного и долгосрочного прогнозов, палеореконструкций.	Знать: закономерности распространения и эволюции криосферы Земли на протяжении её истории формирования, а также особенности её влияния на другие земные оболочки (литосферу, гидросферу, биосферу); роль элементов криосферы в механизмах формирования, миграции и депонирования природно-техногенных загрязнителей, минерального вещества и углерода; текущее и прогнозное состояние различных естественно-исторических частей криосферы Земли на фоне изменяющейся климатической обстановки. Уметь: разбираться в фундаментальных вопросах эволюции криосферы Земли и её влияния на гидросферу, литосферу и биосферу; анализировать промежуточные и итоговые научные отчёты международных научных коллективов и организаций, занимающихся вопросами криосферы. Владеть: традиционными и современными методами полевых, камеральных, лабораторных и картографических исследований эволюции и динамики криосферы Земли.

4. Объем дисциплины (модуля) 3 зачётные единицы, в том числе 54 академических часа на контактную работу с преподавателем, 54 академических часа 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 (включая подготовку доклада)	Подготовка к семинарам	Всего	
Тема 1.	4	4				4				
Тема 2.	10	4	2			6	3	1	4	
Тема 3.	10	4	2			6	3	1	4	
Текущая аттестация 1: письменный опрос	2		1			1		1	1	
Тема 4.	10	4	2			6	3	1	4	
Тема 5.	10	4	2			6	3	1	4	
Тема 6.	10	4	2			6	3	1	4	
Текущая аттестация 2: доклад с презентацией	2		1			1		1	1	
Тема 7.	10	4	2			6	3	1	4	
Тема 8.	10	4	2			6	3	1	4	
Тема 9.	8	4				4	3	1	4	
Текущая аттестация 3. устный опрос	2		2			2				
Промежуточная аттестация экзамен	20	<i>Устный экзамен</i>						20		
Итого	108	54						54		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Криосфера и климат в истории Земли. Гипотезы изначально раскаленной, а затем остывающей Земли и первично холодной, а затем разогретой Земли. Концепция расширяющейся и усложняющейся криосферы Земли. Докембрийские и палеозойские криогенные эпохи, их продолжительность и распространение. Перестройка климата и изменение структуры криогенных зон в фанерозое, соотношение наземного и подземного оледенений в различные этапы плейстоцена. Признаки и причины оледенений. Следы криохронов в отложениях.

Тема 2. Влияние криосферы на тектонические процессы, внутренние и внешние оболочки Земли. Физические основы гляциоизостазии. Астеносфера и компенсационные движения земной коры. Доказательства явления гляциоизостазии. Изостатическая уравновешенность Антарктиды. Признаки гляциоизостатических движений на территории Фенноскандии, северо-востоке Канадского щита, на Европейской равнине. Влияние оледенений на вулканизм и землетрясения. Особенности проявления сейсмичности в криосфере. Изменения полярной и горной криосферы на рубеже плейстоцен-голоцена и ее роль в становлении современных экосистем. Условия обитания и миграции позднепалеолитического человека из Азии в Северную Америку. Следы Плейстоцен-Голоценовой перестройки природной среды в многолетнемёрзлых породах, нивально-гляциальных отложениях и криогенном рельефе.

Тема 3.. Методы диагностики, датирования, картирования и корреляции нивально-гляциальных и криогенных отложений и форм рельефа. Отличия визуально схожих, но генетически отличающихся типов отложений, терминология гляциальной и перигляциальной геоморфологии, чтение карт четвертичных отложений. Методы реконструкции снежно-ледяных образований, их геологической деятельности, механизмов образования и деградации. Возможности и ограничения современных методов исследований.

Тема 4. Особенности формирования крупных черт рельефа в условиях криосферы Земли. Соотношение скоростей денудации ледосборных бассейнов мира и умеренных гумидных зон. Темпы ледниковой и мерзлотной денудации. Морфогенетические зоны (альпийский рельеф, сырты, уплощенные гольцовые гребни) верхних частей гор азиатского горного пояса (по А.Е. Криволуцкому). Влияние мерзлотных условий перигляциальной зоны Русской равнины на морфологию долин рек. Ледниковый литогенез. Морены – самый несортированный генетический тип континентальных отложений. Мерзлотный литогенез. Лессовидные образования (покровные суглинки, отложения ледового комплекса) – самый сортированный тип континентальных отложений. Криогенная природа лёссовых отложений Земли

Тема 5. Особенности развития четвертичных оледенений в разных районах мира. Реконструкция последнего максимума оледенения Альп, С. и В. Европы, С. и Ю. Америки, Азии, Африки, Арктических островов и архипелагов, гляциальных шельфов. Методы реконструкции для различных хронологических срезов физических параметров снежно-ледяных образований размеров, формы и строения ледяных тел, их географического распространения, баланса массы, температурного режима и теплового баланса, динамики и геологической деятельности

Тема 6. Криосфера и баланс углерода в биосфере. Соотношение палеотемпературной кривой и содержание CO₂ в разрезе ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии. Запасы углерода в криолитозоне, оценки и методы их измерения. Баланс углерода в криогенных экосистемах. Темпы эмиссии углерода из оттаивающей мерзлоты в условиях потепления климата.

Тема 7. Криосфера и природно-техногенные загрязнители. Источники и пути миграции основных загрязнителей в полярных и высокогорных областях Земли: стойкие органические загрязнители, ртуть и другие тяжёлые металлы, радиоактивные элементы и т.д. Пылевое загрязнение ледниковых щитов. Вопросы захоронения радиоактивных отходов в объектах криосферы. Климатические изменения как катализатор миграции загрязняющих веществ.

Тема 8. Реакция различных естественно-исторических частей криосферы Земли (ледниковых щитов – Антарктида, Гренландия; горных ледников, морского льда; криолитозоны) на потепление климата. Темпы деградации ледников и морских льдов; современная динамика температуры многолетнемерзлых пород в различных регионах криолитозоны мира. Темпы и характер деградации мерзлоты вблизи южной границы криолитозоны. Перестройка рельефа в северной и южной частях криолитозоны при потеплении климата. Последствия интенсивного таяния горных ледников и ледниковых щитов. Прогноз состояния криосферы к середине и концу XXI века.

Тема 9. Современные концепции эволюции географической оболочки Земли под воздействием промерзания, оледенения и распространение ледников, снежного покрова, морских льдов, нивально-гляциальных процессов в различные геологические эпохи. Прямые и обратные связи природных льдов в глобальной системе атмосфера – океан – суша – оледенение, внешние и внутренние причины и следствия между изменениями климата, рельефа, ландшафтов и компонентами криосферы.

План проведения семинаров

1. Обсуждение преимуществ и недостатков различных гипотез происхождения и эволюции криосферы и климатических изменений.
2. Доклады студентов с презентацией
3. Обсуждение недавних научных публикаций по темам лекций.

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

Текущая аттестация №1. Письменный опрос

Примерный перечень вопросов

1. Какое влияние оказывают криосферные объекты и явления на окружающее пространство.
2. Методы абсолютного и относительного датирования отложений.
3. Следы ледниковой эрозии и аккумуляции в горах и на равнинах.
4. Гляциоизостазия
5. Четвертичные криохроны и оледенения в истории Земли.
6. Криохроны и оледенения гондванской гляциоэры в истории Земли.
7. Криохроны и оледенения африканской гляциоэры в истории Земли.
8. Докембрийские криохроны и оледенения в истории Земли в протерозое.
9. Докембрийские криохроны и оледенения в истории Земли в архее.
10. Признаки и причины оледенений.

Текущая аттестация №2. Доклад

Примерные темы докладов

1. Особенности развития четвертичных оледенений в Арктике.
2. Особенности развития четвертичных оледенений в Антарктиде.
3. Особенности развития четвертичных оледенений в Азии.
4. Особенности развития четвертичных оледенений в Европе.
5. Особенности развития четвертичных оледенений в Африке.
6. Особенности развития четвертичных оледенений в С.Америке.
7. Особенности развития четвертичных оледенений в Ю.Америке.

Текущая аттестация №3. Устный опрос

Примерный перечень вопросов

1. Источники, миграция и аккумуляция ртути в объектах криосферы
2. Хранение радиоактивных отходов в многолетней мерзлоте и ледниках
3. Едома как архив условий природной среды позднего Плейстоцена
4. Термокарстовая катастрофа как гипотеза исчезновения мамонтовой фауны
5. Баланс углерода в мёрзлых породах
6. Методы палеогеографических реконструкций в криолитозоне и перигляциальной области

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Космогонические предпосылки возникновения криосферы Земли.
2. Криосфера в истории Земли.
3. Влияние криосферы на внутренние и внешние оболочки Земли и тектонические процессы.
4. Гляциотектоника и гляциотектонизм – примеры характерных форм и процессов, их интерпретация.
5. Особенности формирования крупных черт рельефа в условиях криосферы Земли.
6. Криосфера и природная (ландшафтная) зональность.
7. Признаки и причины оледенений.
8. Ледниковые отложения и формы рельефа.
9. Морены, их типы, строение и генезис.

10. Неледниковые признаки и способы реконструкции оледенений.
11. История морских льдов Северного полушария – методы исследований и их результаты.
12. Гляциальные шельфы Арктики и Антарктики – современные и древние формы рельефа и их интерпретация.
13. Условия обитания позднепалеолитического человека в криолитозоне.
14. Криосфера и баланс углерода в биосфере.
15. Криосфера и природно-техногенные загрязнители.
16. Реакция различных естественно-исторических частей криосферы Земли на потепление климата.
17. Особенности развития оледенения Северного полушария за 2500-800 т.л.
18. Признаки и причины оледенений.
19. Особенности развития оледенения Северного полушария за 800-125 т.л.
20. Будущие ледниковые и межледниковые эпохи.

Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен/устно

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 не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

Основная литература

1. Климат в эпохи крупных биосферных перестроек / Гл. редакторы: М.А. Се-михатов, Н.М. Чумаков. - М: Наука, 2004. - 299 с.
2. Марков К.К. Палеогеография. –М.: Изд. Моск.ун-та. [Глава 2 –Космогонические основы палеогеографии, с. 22-34].
3. Тимофеев Д.А., Маккавеев А.Н. Терминология гляциальной геоморфологии – М.: Наука, 1986. 256 с.
4. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на восточно-европейской равнине и в Западной Сибири (под ред. М.С. Касимова и А.В. Кислова). -М.: МАКС Пресс, 2011. - 496 с.
5. Barry R. G., Gan T.Y. The Global Cryosphere. Past, Present, and Future. – Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 472 p.

Дополнительная литература:

1. Величко А.А., Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И., Новенко Е.Ю. Геохронология палеолита Восточно-европейской равнины. В кн.: Ландшафтно-климатические изменения, животный мир и человек в позднем плейстоцене и голоцене. -М., 1999 [стр. 19-50].
2. Динамика ландшафтных комплексов и внутренних морских бассейнов север-ной Евразии за последние 130 000 лет. –М.: Геос, 2002. [глава 9, стр. 156-164]. [карта 4 – стр. 8; карта 5 – стр. 14; карта 6 – стр. 20].
3. Имбри Дж., Имбри К.П. Тайны ледниковых эпох – М.: Прогресс, 1988. 264 с.
4. Ивановский Л.Н. Гляциальная геоморфология гор. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981, 173 с.
5. Конищев В.Н., Рогов В.В. Влияние криогенеза на сток растворенного вещества рек в криолитозоне. Криосфера Земли, т. X, № 4, 2006, стр. 3-8.
6. AMAP Assessment 2015: Methane as an Arctic climate forcer. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 139 pp.
7. AMAP Assessment 2015: Radioactivity in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 89 pp.
8. AMAP Assessment 2015: Temporal Trends in Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vi+71 pp.
9. AMAP, 2013. AMAP Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. viii + 99 pp.
10. AMAP Assessment 2015: Black carbon and ozone as Arctic climate forcers. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 116 pp.
11. UNEP, 2013. Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport. UNEP Chemicals Branch, Geneva, Switzerland

- Перечень лицензионного программного обеспечения

1) Microsoft Office

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- поисковая система научной информации www.scopus.com
- электронная база научных публикаций www.webofscience.com
Сайт кафедры криолитологии и гляциологии – <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/crio/uchd/plan/>

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Маслаков Алексей Алексеевич, преподаватели: Маслаков Алексей Алексеевич, Иванов Михаил Николаевич.

11. Разработчики программы: с.н.с. лаборатории геоэкологии Севера Маслаков Алексей Алексеевич, с.н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Иванов Михаил Николаевич