

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)
МЕРЗЛОТНЫЙ ПРОГНОЗ ПРИ ОСВОЕНИИ КРИОЛИТОЗОНЫ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.02 «География»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Гляциология и криолитология»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 17, дата 26.10.2022)

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

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована без разрешения факультета.

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», а также на учебную практику по криолитологии и производственные практики в криолитозоне.
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
<p>СПК-4. (формируется частично) Способен оценить геоэкологическую опасность и риск при освоении равнинной криолитозоны и гор в связи с развитием катастрофических и опасных гляциальных и криогенных процессов; умеет рекомендовать размещение хозяйственных объектов с минимальным риском для человека и природы; знает современные проблемы, связанные с климатическими трендами и деградацией или аградацией ледников и вечной мерзлоты; умеет выполнять мерзлотный и гляциальный прогноз</p>	<p>СПК-4.1 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.</p>	<p>Знать: закономерности развития, распространения, эволюцию криогенных ландшафтов и мерз-лых пород в целях анализа экологических ситуаций при освоении криолитозоны; харак-тер, виды, интенсивность и длительность антропогенных и техногенных нагрузок в криолитозоне.</p> <p>Уметь: давать качественный и количественный прогноз изменения мерзлотных условий в ходе естественного изменения природы и при хозяйственной деятельности в криолитозоне; рекомендовать размещение хозяйственных объектов с минимальным риском для человека и природы.</p> <p>Владеть: методами полевых, камеральных, лабораторных и картографических исследований, а также обработкой и обобщением первичных материалов; основными способами численной оценки изменений глубины сезонноталого слоя и температуры при антропогенных воздействиях.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 зачётные единицы, в том числе 36 академических часов на контактную работу с преподавателем, 36 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 (включая подготовку доклада)	Подготовка к семинарам	Всего	
Тема 1.	11	2	4			6	3	2	5	
Тема 2.	12	2	4			6	4	2	6	
Тема 3.	12	2	4			6	4	2	6	
Текущая аттестация 1: письменный опрос	3	2				2		1	1	
Тема 4.	12	2	4			6	4	2	6	
Тема 5.	11	1	4			5	4	2	6	
Тема 6.	8	1	4			5	2	1	3	
Промежуточная аттестация зачёт	3	<i>Устный зачёт</i>						3		
Итого	72	36						36		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Обзор методов качественных и количественных оценок мерзлотных условий. Прогноз, связанный с климатическими и ландшафтными изменениями на региональном уровне. Прогноз, связанный с изменениями теплообмена на поверхности в результате механического нарушения напочвенных покровов, рельефа, состава и свойств грунтов, а также в связи с геохимическим загрязнением на локальном уровне. Качественный и количественный прогноз изменения основных характеристик криогенных ландшафтов и мерзлых пород: распространения вечной мерзлоты, ее температуры и мощности, сезонного промерзания и протаивания, а также оценка активизации опасных криогенных процессов. Общий и частный прогноз.

Тема 2. Расчет температуры мерзлых пород, учет тепляющего влияния снега и охлаждающего влияния растительности. Оценка изменения температурного поля мерзлых пород. Расчет изменения тепляющего влияния снежного покрова, охлаждающего воздействия растительного покрова при их нарушениях. Зависимость температуры мерзлоты от гидроморфности ландшафтов, а также от состава и свойств пород. Анализ температурного поля в пределах следующих горизонтов мерзлых пород: деятельного слоя, слоя годовых колебаний температуры, слоев многолетних, вековых и эпохальных изменений температуры. Использование радиационно-теплового баланса при сравнительном географическом анализе с выделением главного фактора природной среды, определяющего вариативность температур пород в пространстве.

Тема 3.. Расчет глубины сезонного протаивания и промерзания с учетом температуры пород по профилю сезонноталого слоя. Определение изменений мощностных характеристик мерзлых пород. Сезонноталый (сезонномерзлый) слой. Правила сбора фактического материала, лежащего в основе количественной оценки мощности деятельного слоя и слоя годовых колебаний температуры. Мощность многолетнемерзлых пород, ее зависимость от основных характеристик теплообмена за многолетние, вековые и тысячелетние изменения природных условий.

Тема 4. Расчет температуры и глубины слоя сезонного протаивания на основе радиационно-теплового баланса и формулы Стефана. Методы расчета его мощности в соответствии с теорией В.А. Кудрявцева, а также на основе использования формулы Стефана. Оценка изменения сезонного промерзания и протаивания и глубины таликов в зависимости от глубины озер, в руслах рек, и от особенностей циркуляции подземных вод.

Тема 5. Качественный и количественный анализ льдистости мерзлых грунтов и их мощности. Оценка изменения южной границы мерзлоты при различных климатических трендах. Сокращение площади мерзлых пород в западном секторе криолитозоны. Методы прогноза этих изменений. Анализ теплообмена на подошве вечной мерзлоты. Приемы оценки стационарного, деградиационного и аградационного состояния вечной мерзлоты.

Тема 6. Активизация криогенных процессов. Причины активизация криогенных процессов, связанные как с климатическими трендами, так и с механическими нарушениями ландшафтов. Основные типы оценок активизации процессов: площадь пораженности ими, скорость развития, степень нарушенности природных ландшафтов, угроза функционированию инженерных сооружений. Типизация процессов в соответствии со временем их проявления. Например: термокарст и солифлюкция, активизирующиеся летом, пучение и наледообразование зимой. Методы оценки опасности развития процессов, опирающиеся на анализ ландшафтных условий, литогенной

основы ландшафтов, энергетических условий их активизации. Проблемы устойчивости ландшафтов и мерзлых пород к активизации процессов. Стратегические направления по борьбе с опасными процессами.

План проведения семинаров

1. Расчет теплоизолирующего влияния снега и растительности на среднегодовую температуру мерзлых пород.
2. Оценка влияния экспозиции и крутизны склонов на среднегодовую температуру мерзлых пород.
3. Расчёт среднегодовой температуры пород на подошве слоя сезонного оттаивания.
4. Расчёт глубины сезонного оттаивания различными способами.
5. Доклады студентов с презентацией.
6. 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. Какие параметры снежной толщи нужно знать, чтобы рассчитать её утепляющее воздействие на многолетнемёрзлые породы?
2. Для каких регионов или природных условий характерна положительная температурная сдвигка, а для каких – отрицательная?
3. Для какой природной зоны роль растительности в конвективном теплообмене поверхности с атмосферой минимальна?
4. Какова роль температурной сдвигки в формировании теплового поля мёрзлых пород?

Примерные темы докладов

5. Прогноз глубины сезонного протаивания (промерзания) в зависимости от климатических, ландшафтных и геологических условий.
6. Прогноз изменения мощности мерзлых пород в связи с климатическими трендами и палеогеографическими условиями.
7. Прогноз активизации криогенных процессов при различных типах техногенных нарушений.
8. Вариации изменений мерзлотных условий при антропогенных нагрузках в различных ландшафтных и литогенетических обстановках.

Примерный перечень вопросов для зачёта

1. Содержание методик мерзлотного прогноза.
2. Метод прогнозных оценок температурной поправки в связи с утепляющим влиянием снега.

3. Метод прогнозных оценок температурной поправки в связи с охлаждающим влиянием растительности.
4. Качественная и количественная прогнозные оценки температурной сдвижки.
5. Качественная и количественная оценка льдистости мерзлых пород.
6. Понятие стационарной мощности мерзлых пород при учете климатических изменений.
7. Классификация типов сезонного протаивания и промерзания.

8-15. Прогноз и оценка активизации криогенных процессов: термокарста, термоэрозии, термоабразии, солифлюкции, пучения, наледообразования, морозобойного растрескивания.

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (вид оценочных средств: устный опрос)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (вид оценочных средств: устный опрос)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (вид оценочных средств: устный опрос)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков, либо дурные навыки	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

1. Основы геокриологии. Часть 6 «Геокриологический прогноз и экологические проблемы в криолитозоне». М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2008. - 765с.
2. Основы геокриологии. Часть 4. Динамическая геокриология. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2001. - 686с.
3. Павлов А.В. Мониторинг криолитозоны. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2008. - 225с.
4. Природные опасности России. Геокриологические опасности. М.: Изд-во Круг, 2000. – 230 с.
5. 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.

Дополнительная литература:

1. Гарагуля Л.С. Методика прогнозной оценки антропогенных изменений мерзлотных условий. М.: Изд-ва Моск. ун-та, 1985, 220 с.
2. Методы региональных геокриологических исследований для равнинных территорий. М.: Недра, 1986, 206 с.
3. Методика мерзлотной съемки (ред. В.А. Кудрявцев). М.: Изд-ва Моск. ун-та, 1979, 358 с.
4. Методические указания по расчетам стационарных температурных полей грунта (составители: Г.М. Фельдман, А.А. Коновалов, А.С. Тетельбаум). Якутск: Инст. Мерзлотоведения, 1988, 52 с.
5. Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях. М.: Изд-ва Моск. ун-та, 1974, 430 с.
6. Романовский Н.Н. Основы криогенеза литосферы. Уч. Пособие. М.: Изд-ва Моск. ун-та, 1993, 334 с.
7. Фельдман Г.М., Тетельбаум А.С. и др. Пособие по прогнозу температурного режима грунтов Якутии. Якутск: Инст. Мерзлотоведения, 1988, 340 с.

- 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

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

- Всероссийский экологический портал – <http://www.ecoport.ru>

- 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 — к.г.н., с.н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Маслаков Алексей.

11. Разработчик программы: к.г.н., с.н.с. кафедры криолитологии и гляциологии Маслаков Алексей Алексеевич.