

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)
ИНЖЕНЕРНОЕ МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ**

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 № 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 курсам «Криолитология», «Гляциология», «Основы мерзлотоведения и гляциологии», «Мерзлотоведение», «Грунтоведение», «Физика и механика мерзлых грунтов 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
<p>СПК-3. (формируется частично)</p> <p>Способность применять фундаментальные знания о свойствах мерзлых пород, подземных и наземных льдов в зависимости от термодинамических параметров, строения пород и льдов; умение оценивать деформацию льда и мерзлых пород под влиянием температур и механических воздействий с целью принятия оптимальных инженерных решений, рассчитывать несущей способности мерзлых грунтов.</p>	<p>СПК-3.1 Применяет знания о свойствах, параметрах и строении мерзлых пород и льдов, умеет оценивать деформацию и рассчитывать несущую способность грунтов в целях принятия оптимальных инженерных решений.</p>	<p>Знать: важнейшие свойства вечномерзлых грунтов, определяющих надежность и эффективность хозяйственного освоения криолитозоны; основные принципы строительства на вечномерзлых грунтах, конструкции фундаментов и технологии их устройства в зависимости от геокриологических условий региона; методы строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений и линейных техногенных систем, в том числе трубопроводов на вечной мерзлоте; основные методы управления мерзлотной обстановкой на застроенных территориях и способы борьбы с опасными криогенными процессами; методы мониторинга инженерно-геокриологической ситуации и геотехнической безопасности.</p> <p>Уметь: обрабатывать результаты инженерно-геокриологических изысканий для выдачи проектировщикам предпроектной документации; решать задачи по определению температурного поля, формирующегося в основаниях зданий и сооружений, в т.ч. нестационарных полей, а также ореолов оттаивания, возникающих вокруг подземных трубопроводов; производить (с помощью расчетных методов) оценку влияния морозного пучения на фундаменты, в том числе на опоры трубопроводов различного назначения; осуществлять расчеты несущей способности фундаментов на вечномерзлых грунтах, в т.ч. сильнольдистых, заторфованных и засоленных; осуществлять выбор оптимальных типов фундаментов в зависимости от региональных</p>

		<p>свойств вечномерзлых оснований и видов прилагаемой техногенной нагрузки, а также основных приемов по управлению мерзлотной обстановкой для обеспечения стабильности мерзлотно-экологической ситуации и геотехнической обстановки.</p> <p>Владеть: основными расчетными методами, применяемыми в инженерном мерзлотоведении (расчеты осадок, пучения, оттаивания, движения склонов, фундаментов, холодных проветриваемых подполий, радиусов намораживания при применении сезонно-охлаждающих устройств и ряда других, приведенных в содержательной части настоящей программы); способами обработки результатов изысканий для извлечения информации, необходимой для расчетов и выдачи предпроектных рекомендаций; методами анализа метеорологических, гидрогеологических, грунтоведческих, теплофизических и гляциологических данных, необходимых для прогноза изменения температурного режима вечномерзлых оснований; методами мониторинга вечномерзлых оснований и фундаментов (в том числе опор магистральных нефте- и газопроводов).</p>
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) 3 з.е., в том числе 54 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 54 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),	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>
Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)			

						Всего	Работа с литературой	Подготовка к опросу / контрольной работе / самостоятельной работе	Всего
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации				
Раздел 1. Вечномерзлые грунты как основания зданий и сооружений									
Тема 1. Инженерное мерзлотоведение в системе естественных и технических наук	1	1				1			
Тема 2. Основные параметры состава и строения мерзлых пород, используемые в инженерно-мерзлотных исследованиях	2	1				1	1	1	
Тема 3. Температурный режим вечномерзлых толщ при хозяйственном освоении	6	3	1			4	1	2	
Тема 4. Основы механического взаимодействия зданий, сооружений и объектов инфраструктуры с вечномерзлыми основаниями	6	3	1			4	1	2	
Тема 5. Морозное пучение пород	6	3	1			4	1	2	
Тема 6. Осадка мерзлых пород при оттаивании	3	1				1	1	2	
Текущая аттестация №1. Контрольная работа	1		1			1			
Раздел 2. Фундаменты на вечной мерзлоте									
Тема 7. Особенности инженерно-геокриологических изысканий при расчетах и проектировании объектов	5	2	1			3	1	2	
Тема 8. Принципы использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований	3	1				1	1	2	

Тема 9. Основные типы фундаментов и технологии их устройства	8	5	1			6	1	1	2
Тема 10. Основные способы сохранения мерзлого состояния при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в криолитозоне	4	1	1			2	1	1	2
Тема 11. Расчет оснований и фундаментов по принципу I	7	3	1			4	2	1	3
Текущая аттестация №2. Контрольная работа	1		1			1			
Тема 12. Использование оснований по принципу II	4	1	1			2	1	1	2
Тема 13. Особенности расчета, проектирования, устройства и эксплуатации оснований и фундаментов в засоленных, заторфованных и сильнольдистых грунтах	4	1	1			2	1	1	2
Раздел 3. Специфические объекты в криолитозоне									
Тема 14. Гидротехнические сооружения на вечномерзлых грунтах	4	1	1			2	1	1	2
Тема 15. Воздействие склоновых процессов на устойчивость объектов	4	1	1			2	1	1	2
Тема 16. Особенности устройства и эксплуатации линейных сооружений в криолитозоне	5	2	1			3	1	1	2
Раздел 4. Мониторинг и управление инженерно-мерзлотными условиями									
Тема 17. Деформации зданий и сооружений в криолитозоне	5	2	1			3	1	1	2
Тема 18. Управление мерзлотной обстановкой	5	2	1			3	1	1	2
Текущая аттестация №3. Контрольная работа	1		1			1			
Тема 19. Мониторинг вечномерзлых оснований	5	2	1			3	1	1	2

Промежуточная аттестация: экзамен	18	Устный экзамен	18
Итого	108	54	54

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Раздел 1. Вечномерзлые грунты как основания зданий и сооружений

Тема 1. Инженерное мерзлотоведение в системе естественных и технических наук. Цели, задачи и структура инженерного мерзлотоведения; история становления и развития. Задачи общего и теоретического, регионального и специализированного инженерного мерзлотоведения. Основные геотехнические понятия. Структура государственных инженерно-строительных норм и правил (СНиП, СН, РСН, ВСН, Своды правил, основные зарубежные стандарты при строительстве на вечной мерзлоте). Особенности (природные, исторические, социальные) строительного освоения различных регионов криолитозоны.

Тема 2. Основные параметры состава и строения мерзлых пород, используемые в инженерно-мерзлотных исследованиях. Классификация вечномерзлых грунтов, их основные криогенные характеристики. Сыпуче-, пластично- и твердомерзлые породы; показатели сжимаемости при приложении внешних нагрузок. Засоленные мерзлые грунты как основания сооружений. Физические характеристики; теплофизические свойства; инженерно-мерзлотное строение оснований. Расчет влажностных показателей, характеристик льдистости для инженерно-геокриологических оценок.

Тема 3. Температурный режим вечномерзлых толщ при хозяйственном освоении. Факторы, определяющие терморегим оснований зданий и сооружений. Расчетные характеристики терморегима: максимальная в годовом цикле на глубине заложения, на фиксированной глубине и эквивалентная температура по глубине заложения фундаментов, ее расчет.

Тема 4. Основы механического взаимодействия зданий, сооружений и объектов инфраструктуры с вечномерзлыми основаниями. Формирование напряженно-деформированного состояния в основании сооружений. Механические свойства мерзлых пород, прочность, характер связей и виды сил сцепления. Связь реологических свойств мерзлых грунтов с начальными и предельными внешними нагрузками. Кратковременная и длительная прочность, зависимость от температурного фактора. Деформационные характеристики. Сопротивление сдвигу. Сжимаемость. Эквивалентное сцепление. Прочность смерзания с фундаментами.

Тема 5. Морозное пучение пород. Прямые и касательные силы пучения, методика их расчетов и прогнозирования. Факторы, увеличивающие интенсивность пучения. Основные методы борьбы с пучением.

Тема 6. Осадка мерзлых пород при оттаивании. Осадка как вид деформаций мерзлых и протаивающих пород. Стабилизированная во времени осадка. Осадка основания оттаивающего грунта. Расчет полной осадки и кренов фундаментов. Метод ускоренной оценки величины осадок.

Раздел 2. Фундаменты на вечной мерзлоте

Тема 7. Особенности инженерно-геокриологических изысканий при расчетах и проектировании объектов. Задачи и объем, состав, стадии; основные методы. Методика проведения полевых и лабораторных инженерно-мерзлотных исследований. Минимум-минимум при рекогносцировочных инженерно-геокриологических исследованиях; полный объем инженерно-мерзлотных характеристик. Основные методы обработки результатов и приемы по выдаче предпроектных рекомендаций.

Тема 8. Принципы использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований. Принцип I. Принцип II. Глубина заложения фундаментов. Понятие о надежности зданий и сооружений с технико-экономических позиций и с учетом особенностей геокриологических условий. Основные методы инженерной подготовки территории к застройке в криолитозоне.

Тема 9. Основные типы фундаментов и технологии их устройства. Классы сооружений. Основные виды фундаментов. Конструкции и технологии устройства свайных фундаментов: классификации, особенности проектирования и устройства, ростверк, цокольные экраны. Технологии устройства скважин в вечномерзлых грунтах и установки в них свай. Вращательное и ударно-канатное бурение.

Тема 10. Основные способы сохранения мерзлого состояния при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в криолитозоне. Холодные проветриваемые подполья (конструкции, технологии устройства, особенности эксплуатации); расчет среднегодовой температуры и модуля вентилирования проветриваемого подполья.

Тема 11. Расчет оснований и фундаментов по принципу I. Несущая способность одиночной сваи в однородных вечномерзлых грунтах и в многослойной среде. Методы выбора типов фундаментов при разработке предпроектной документации и рекомендаций по строительному освоению территории. Полевые испытания висячих вмерзших свай и свай-стоек, методы их проведения, обработка результатов, особенности расчета.

Тема 12. Использование оснований по принципу II. Методы, способы подготовки грунтов, технологии их оттаивания, расчеты фундаментов, особенности проектирования зданий с учетом предварительного оттаивания.

Тема 13. Особенности расчета, проектирования, устройства и эксплуатации оснований и фундаментов в засоленных, заторфованных и сильнольдистых грунтах. Техногенное обводнение и засоление оснований в промышленных центрах криолитозоны; методы борьбы, характер влияния на несущую способность фундаментов.

Раздел 3. Специфические объекты в криолитозоне

Тема 14. Гидротехнические сооружения на вечномерзлых грунтах. Классификация гидротехнических сооружений (ГТС). Земляные дамбы и плотины в криолитозоне. Гидроузлы. Береговые сооружения, оценка влияния термоабразии и термоэрозии на их устойчивость.

Тема 15. Воздействие склоновых процессов на устойчивость объектов. Активизация склоновых процессов в криолитозоне при хозяйственном освоении. Методы расчетов устойчивости склонов и откосов, в т.ч. методом наклонных сил. Способы борьбы с опасными склоновыми процессами и защите сооружений.

Тема 16. Особенности устройства и эксплуатации линейных сооружений в криолитозоне. Наземные, надземные и подземные трубопроводы, особенности их эксплуатации и взаимодействия с вечномерзлыми основаниями. Формирование линейно ориентированных природно-техногенных комплексов в зоне прокладки нефте- и газопроводов на севере России. Методика расчета ореола оттаивания

вечномерзлых грунтов при прокладке подземных тепловыделяющих трубопроводов. Подземные коллекторы для инженерно-технических коммуникаций, их типы, достоинства и недостатки, расчет ореола оттаивания, причины деформаций, методы повышения надежности.

Раздел 4. Мониторинг и управление инженерно-мерзлотными условиями

Тема 17. Деформации зданий и сооружений в криолитозоне. Основные причины массовых деформаций в криолитозоне России к началу XXI века. Региональная оценка геотехнической безопасности в городах и поселениях криолитозоны. Основные факторы, вызывающие деградацию многолетнемерзлых пород на застраиваемых территориях. Морозная деструкция материала фундаментов и способы их защиты.

Тема 18. Управление мерзлотной обстановкой. Основные методы укрепления грунтов и усиления фундаментов. Способы искусственного промораживания талых и охлаждения пластичномерзлых грунтов; сезонно-охлаждающие автономно действующие устройства, характер формирования терморегима мерзлых пород, опыт применения. Особенности расчета, проектирования, устройства и эксплуатации парожидкостных термоустановок.

Тема 19. Мониторинг вечномерзлых оснований. Цели, задачи, объемы и объекты мониторинга. Способы контроля за температурным режимом мерзлых грунтов оснований, методы наблюдений за опасными криогенными и гляциальными процессами на застроенных территориях. Основы анализа и прогноза устойчивости геотехнической обстановки в криолитозоне.

План проведения семинаров

1. Составление варианта современного терминологического словаря по инженерному мерзлотоведению; ознакомление с основными национальными стандартами по изысканиям и строительству на вечномерзлых грунтах.
2. Влияние мерзлотно-фациальной изменчивости в основаниях объектов на их надежность. Определить расчетными методами суммарную льдистость вечномерзлых грунтов (на примере конкретных данных инженерно-геокриологических изысканий); изучить различия в температуре начала замерзания грунтов разного состава и засоленности.
3. Методика и принципы компьютерных расчетов двухмерных задач нестационарной теплопроводности с учетом фазовых переходов (формирование тепловых полей на застроенных территориях криолитозоны) по программе «Тепло». Определить эквивалентную температуру вечномерзлых грунтов оснований под различными участками здания в различных мерзлотно-грунтовых условиях; изучить принципы построения расчетной сетки и задания граничных условий для решения на компьютере двухмерной задачи нестационарной теплопроводности с учетом фазовых переходов (задачи типа «ТЕПЛО», QFrost); поставить эту задачу на компьютере.
4. Расчеты безопасности и предельно критических напряжений на грунты. Начальная и предельная критические нагрузки. Определить предельную критическую нагрузку для сооружений различной конфигурации в разных мерзлотно-грунтовых условиях; - определить безопасную нагрузку и предельное давление для различных форм фундаментов и в разных мерзлотно-грунтовых условиях.
5. Особенности проявления пучения в региональном аспекте. Определить касательные силы пучения для различных типов фундаментов при разных мерзлотно-грунтовых условиях, произвести поиск минимальной глубины заложения опор при развитии сезонного протаивания или промерзания грунтов; изучить инженерно-технические методы борьбы с морозным пучением.

6. Изучение методов построения компрессионных кривых для исследования осадки различных по составу и льдистости мерзлых грунтов при оттаивании. Проанализировать различия в осадках в зависимости от мерзлотно-литологического состояния оснований и дифференциации нагрузок.
7. Особенности полевых и лабораторных определений основных механических и теплофизических характеристик мерзлых грунтов. Составить инженерно-геокриологические профили, таблицы для выработки предпроектных решений и рекомендаций.
8. Особенности проектирования зданий при использовании I принципа. Изучить способы предпостроечных мелиораций грунтов в криолитозоне; осуществить выбор оптимальных – с учетом технико-экономических показателей и реальных мерзлотно-грунтовых условий – методов инженерной подготовки территорий к массовой застройке.
9. Выбор фундаментов и технологии их строительства в зависимости от мерзлотно-геологических условий. Подготовить сравнительную таблицу эффективности различных способов бурения скважин под свайные фундаменты в мерзлоте; проанализировать темпы вмерзания свай в зависимости не только от мерзлотно-грунтовых условий, но и от выбранной технологии фундаментостроения.
10. Влияние климатических и региональных мерзлотно-грунтовых условий на температуру холодных проветриваемых подполий. Осуществить выбор климатических, мерзлотно-грунтовых и геотехнических параметров для расчета холодных проветриваемых подполий, эксплуатируемых в различных регионах криолитозоны.
11. Особенности расчета несущей способности свай с учетом потепления климата. Определить расчетными методами несущую способность буроопускной вмороженной сваи, установленной в однородных мерзлых грунтах (с учетом расчета эквивалентной температуры).
12. Особенности предпостроечной инженерной подготовки территории к застройке по принципу II. Анализ наиболее эффективных типов фундаментов при строительстве по этому принципу. Сравнить эффективность различных приемов предпостроечного оттаивания линз мерзлоты в разных регионах криолитозоны.
13. Континентальный, морской и техногенный тип засоления; методика выбора значений сопротивления сдвига по поверхности смерзания по действующим нормативным документам. Осуществить подборку по различным регионам мерзлотно-геологических профилей с сильнольдистыми или засоленными горизонтами.
14. Сложности, связанные с проектированием опор мостов на сквозных таликах вблизи крупных рек. Составить краткий реферат о влиянии крупных гидротехнических объектов на изменение мерзлотных условий.
15. Инженерно-геокриологические мероприятия по борьбе с возникновением опасных склоновых процессов. Осуществить с помощью интернета и научной литературы поиск примеров, разрушающее воздействие склоновых процессов в криолитозоне.
16. Инженерно-технический мониторинг для предотвращения деформаций автомобильных и железных дорог. Сравнить негативное воздействие касательных сил пучения на опоры надземных трубопроводов в различных районах криолитозоны.
17. Увеличение роли криогенного выветривания при потеплении климата. Проанализировать региональные аспекты деформирования объектов в криолитозоне, в т.ч. в нефтегазодобывающих регионах Сибири; составить таблицу, отображающую факторы, вызывающих морозную деструкцию подземных конструкций.

18. Разработка и история применения различных сезоннодействующих охлаждающих устройств в России и за рубежом. Изучить классификации методов замораживания грунтов, в т.ч. с учетом их интенсивности и экономико-технических показателей.
19. Современные методы дистанционного мониторинга вечномерзлотных оснований. По литературным источникам и интернету изучить передовой опыт проведения мерзлотного мониторинга на Ямбурге, Ванкоре, в Надыме и на Сабетте.

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

После освоения каждого раздела программы проводится семинар с обсуждением тем программы, опросом, коллоквиумом, практическим заданием или контрольной работой.

Примерный перечень вопросов:

Текущая аттестация №1. Контрольная работа

Рассчитать величины осадок оттаивающих грунтов и крена фундаментов в различных региональных инженерно-геокриологических условиях (по индивидуальным заданиям).

Текущая аттестация №2. Контрольная работа

Определить несущую способность различных типов свай в многослойной мерзлотно-грунтовой среде, осуществив выбор оптимального типа заглубленного в замороженного фундамента в зависимости от конкретных инженерно-геокриологических условий и типа сооружения (по индивидуальным заданиям).

Текущая аттестация №3. Контрольная работа

Осуществить расчет радиуса замораживания талых и охлаждения пластичномерзлых грунтов в зоне влияния парожидкостной термоустановки для конкретного региона и определенных мерзлотно-грунтовых условий (по индивидуальным заданиям).

Коллоквиум по теме 12

Обсуждение и дискуссия по теме «Аспекты строительного освоения горной криолитозоны. Особенности расчета, проектирования и устройства свай-стоек, принцип II.»

Опрос по теме 1-2

Дайте определение терминам: «надежность», «безопасность», «стабильность», «устойчивость», «прочность».

С какими естественнонаучными дисциплинами граничит (сотрудничает) инженерное мерзловедение?

Перечислите основные температурные показатели, используемые в инженерном мерзловедении.

Классифицируйте и разбейте на группы общезфизические, теплофизические и деформационно-прочностные характеристики вечномерзлых грунтов.

Опрос по теме 7

Назовите основную аппаратуру и приборы при проведении лабораторных инженерно-геокриологических исследований для строительных целей.

Каковы стадии проектирования объектов и связанных с ними стадий изысканий?

Проанализируйте эффективность применения того или иного полевого метода исследования свойств вечномерзлых грунтов в условиях горной или равнинной криолитозоны.

Каковы основные разделы отчета о результатах инженерно-геокриологических изысканий и содержание таблиц физико-механических свойств мерзлых грунтов?

Опрос по теме 8

Каковы основные этапы инженерной подготовки в условиях «пионерного» строительства и в условиях реконструкции (реновации) существующей застройки?

Каковы основы требования к материалу и технологиям устройства обволакивающих техногенных подсыпок при инженерной подготовке территории к застройке?

Определите территории в криолитозоне России, в пределах которых строительство оптимально осуществлять по принципу I или по принципу II.

Каковы минимальные глубины заложения фундамента в вечной мерзлоте при том или ином способе предпостроечной подготовке территории к застройке?

Опрос по теме 9

Оцените температурный режим, формирующийся при бурении скважин, установке в них свай и их вмерзании.

Каковы основные типы поверхностных фундаментов в криолитозоне?

В чем основные различия в технологии устройства ленточных, столбчатых и их разновидности – свайных фундаментов?

Назовите основные проблемы, связанные с возможным негативным воздействием на вечномерзлые основания, при применении того или иного способа устройства скважин под сваи.

Перечислите основные конструктивные решения свайных фундаментов в криолитозоне с указанием ограничений их применимости по мерзлотно-грунтовым параметрам.

Опрос по теме 14

Что такое нижний и верхний бьефы, нормальный, предельный и минимальный подпорный уровень?

В чем различие по капитальности гидрозлов?

Приведите примеры (на основании самостоятельно выполненных реферативных работ) негативно-позитивного влияния гидротехнических сооружений на вечную мерзлоту и экологическую обстановку северных регионов.

Каковы основные методы защиты берегов от термоэрозии и термоабразии?

Каковы основные проблемы надежности малых плотин в условиях Крайнего Севера?

Опрос по теме 15

В чем различие между криогенными оползнями течения и скольжения? Назовите основные регионы криолитозоны России, в пределах которых криогенные оползни скольжения и течения угрожают устойчивости линейных и техногенных объектов. Приведите примеры успешной защиты от солифлюкции и криогенных оползней при прокладке и эксплуатации магистральных газо- и нефтепроводов в области распространения вечной мерзлоты. Каковы основные причины и механизмы опасных непрогнозируемых перемещений техногенных отвалов (техногенных каменных глетчеров)?

Опрос по теме 17.

Назовите основные инженерное-геокриологические и геотехнические причины деформирования объектов в криолитозоне.

Определите «вклад» различных климатических, геоморфологических и криолитологических параметров на развитие морозной деструкции материалов подземной конструкций.

Назовите факторы, вызывающие деформации газодобывающих скважин внутрипромысловых и магистральных газо-нефтепроводов.

Назовите основные методы укрепления оттаивающих оснований криолитозоны и грунтов в таликовых зонах.

Каковы основные подходы к реконструкции деформированных зданий и сооружений, возведенных и эксплуатируемых на вечной мерзлоте?

Опрос по теме 19

Каковы основные причины отсутствия в России (и в СССР) единой системы мерзлотного мониторинга?

Какова основная структура мерзлотного мониторинга на этапах от инженерной подготовки территории к застройке и до завершения эксплуатации объекта?

Каковы основные различия в мерзлотном контроле за крупными промышленными объектами, зданиями гражданского назначения, зонами добычи углеводородного сырья, гидротехническими сооружениями и линейными техногенными системами?

Каковы основные типовые методы, приборная база, формы отчетности мерзлотного мониторинга?

Практическое задание - решение типовой задачи с проверкой по теме 3

Расчет эквивалентной температуры и температуры на глубине заложения фундамента при различных видах эксплуатации сооружений (по индивидуальным заданиям).

Практическое задание - решение типовой задачи с проверкой по теме 4

Построить кривые ползучести по предложенным данным о статических испытаниях свай ступенчато-возрастающей нагрузкой в вечномерзлых грунтах (по индивидуальным заданиям).

Практическое задание - решение типовой задачи с проверкой по теме 5

Решение типовой задачи по определению устойчивости к касательным силам пучения выбранного индивидуально студентами типа фундаментов в сезонно-мерзлых и сезонно-талых грунтах (в задании для студентов предусмотрены индивидуальные грунтовые условия).

Практическое задание - решение типовой задачи с проверкой по теме 10

Определить с помощью теплотехнических и теплофизических методов площади продухов холодного проветриваемого подполья (модуль вентилирования) для разных типов зданий и в различных инженерно-геокриологических условиях.

Практическое задание - решение типовой задачи с проверкой по теме 13

Рассчитать несущую способность фундаментов в сильнольдистых или засоленных мерзлых грунтах для 2-3х- регионов криолитозоны с различными климатическими и геокриологическими условиями (по индивидуальным заданиям).

Практическое задание - решение типовой задачи с поверкой по теме 16

Произвести расчеты ореолов оттаивания вечномерзлых грунтов вокруг подземных тепловыделяющих трубопроводов (по индивидуальным заданиям).

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Инженерное мерзлотоведение в системе естественных и технических наук. Цели, задачи и структура инженерного мерзлотоведения.
2. Основные задачи общего и теоретического, регионального и специализированного мерзлотоведения. Структура государственных документов, регламентирующих строительство освоение криолитозоны.
3. Основные параметры состава и строения мерзлых пород, используемые в инженерном мерзлотоведении. Классификация вечномерзлых грунтов, их основные криогенные характеристики. Сыпуче-, пластично- и твердомерзлые породы.
4. Основные физические характеристики вечномерзлых пород; инженерно-мерзлотное строение оснований.
5. Расчет влажностных характеристик и показателей льдистости вечномерзлых грунтов.
6. Теплофизические свойства вечномерзлых грунтов.
7. Факторы, определяющие температурный режим вечномерзлых грунтов.
8. Расчетные характеристики терморезима вечномерзлых оснований: максимальная в годовом цикле на глубине заложения, на фиксированной глубине и эквивалентная температура по глубине заложения фундаментов, ее расчет.
9. Механические свойства мерзлых пород, прочность, характер связей. Виды сил сцепления в вечномерзлых грунтах. Кратковременная и длительная прочность, зависимость от температурного фактора. Эквивалентное сцепление
10. Деформационные характеристики мерзлых грунтов. Сопротивление сдвигу. Сжимаемость. Вязкость.
11. Реологические свойства мерзлых грунтов и их связь с определением предельных нагрузок
12. Формирование напряженно-деформированного состояния грунтов в основаниях сооружений.
13. Расчеты безопасности и предельно критических напряжений на грунты. Начальная и предельная критические нагрузки.
14. Прочность смерзания грунтов с фундаментами
15. Пучение пород. Прямые и касательные силы пучения, методика их расчета и прогнозирования. Факторы, определяющие интенсивность пучения. Основные методы борьбы с пучением.
16. Осадка мерзлых пород. Стабилизированная во времени осадка. Осадка основания оттаивающего грунта. Расчет полной осадки фундаментов. Метод ускоренной оценки величины осадок. Расчет кренов фундаментов при осадке грунтов.
17. Задачи, объем, состав, стадии и основные методы инженерно-геокриологических изысканий. Минимум-минимум при рекогносцировочных инженерно-геокриологических изысканиях; полный объем инженерно-мерзлотных изысканий в строительных целях.
18. Принципы использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований: принцип I и принцип II. Глубина заложения фундаментов.
19. Основные методы инженерной подготовки территорий к застройке в криолитозоне.

20. Холодные проветриваемые подполья (конструкции, технологии устройства, особенности эксплуатации, методы расчетов и проектирования).
21. Основные типы фундаментов и технологии их устройства
22. Технологии устройства скважин в вечномёрзлых грунтах. Вращательное и ударно-канатное бурение. Конструкции и технологии устройства свайных фундаментов: классификации, особенности проектирования и устройства.
23. Расчет оснований и фундаментов по принципу I СП 25.13330.2012. Расчет несущей способности одиночной сваи в однородных вечномёрзлых грунтах
24. Гидротехнические сооружения в криолитозоне
25. Линейные техногенные системы: особенности строительства и эксплуатации в криолитозоне
26. Особенности устройства и эксплуатации линейных техногенных сооружений в криолитозоне. Причины и характер деформирования подземных коллекторов для инженерных коммуникаций.
27. Классификация опасных инженерно-криогенных процессов, их проявления и основные методы борьбы с ними.
28. Характер деформирования зданий и сооружений в криолитозоне; основные факторы, вызывающие деградацию вечномёрзлых оснований при хозяйственном освоении криолитозоны.
29. Разрушение материала фундаментов и подземных конструкций в криолитозоне (морозная деструкция бетона) и основные способы их защиты.
30. Управление мерзлотной обстановкой: основные пути и средства регулирования температурного режима вечномёрзлых грунтов.
31. Способы искусственного промораживания талых и охлаждения пластичномёрзлых грунтов оснований.
32. Организация и проведение мерзлотного контроля.

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО исоответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворитель но	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: <i>устный опрос</i>)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: <i>- решение типовой задачи с проверкой</i>)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности)	Успешное и систематическое умение

			непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: контрольные работы)	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:

Основная литература:

1. Инженерная геокриология: Справочное пособие / Под ред. Э. Д. Ершова.- М.: Недра, 1991. - 439 с.
2. Основы геокриологии Ч.5. Инженерная геокриология. Под ред Ершова Э.Д / С. Н. Булдович, С. С. Волохов, Л. С. Гарагуля и др. — М.: Изд-во МГУ Моск. Ун-та, 1999. — 526 с.
3. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах (актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88). – М.: Госстрой России, 2012.- 64 с.
4. Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне - М., Изд-во Моск. ун-та, 2005.- 542 с.

Дополнительная литература:

1. Биянов Г.Ф. Грунтовые плотины на вечной мерзлоте - М.: изд-во «Недра», 1993. – 112 с.
2. Гребенец В. И., Rogov В. В. Инженерное мерзлотоведение: учебное пособие. — М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2000. — 96 с.

Нелицензионное ПО

1. QFrost - программа для решения нестационарных двухмерных задач по теплопроводности с учетом условия Стефана

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://www.e-library.ru> – Научная Электронная Библиотека
- <http://www.docs.cntd.ru> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
- <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/crrio/uchd/plan/> – Сайт кафедры криолитологии и гляциологии
- <http://www.geogr.msu.ru:8082/api/index.html> – Геопортал МГУ. Проекты, посвященные изучению мерзлотных процессов
- <http://www.gwu.edu/~calm> – Циркумпольярный мониторинг сезонно-талого слоя CALM
- <https://gtnp.arcticportal.org/> – Глобальная сеть наблюдений за мерзлотой

Описание материально-технической базы

Учебная; компьютерный класс для проведения практических работ. Для проведения лекций и семинаров необходим компьютер, экран, мультимедийный проектор для демонстрации презентаций, показа карт, графиков, диаграмм, фотографий.

Для проведения практических занятий требуются компьютеры с установленными программами для решения нестационарных двухмерных задач по теплопроводности с учетом условия Стефана; для решения задач по определению несущей способности замороженных фундаментов в различных мерзлотно-грунтовых условиях, используются также доступные сведения о мерзлотно-геологическом строении вечномерзлых оснований в том или ином регионе.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс – к.г.-м.н. доцент кафедры криолитологии и гляциологии Гребенец Валерий Иванович

11. Разработчики программы: – к.г.-м.н. доцент кафедры криолитологии и гляциологии Гребенец Валерий Иванович