

**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
МЕРЗЛОТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ
СЕВЕРА**

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.)

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 г.

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 «Современные проблемы исследования криосферы», «Геокриология горных стран», «Мерзлотные процессы и методы их изучения», «Экология криосферы».
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>МПК-3.М (<i>формируется частично</i>) способность проводить квалифицированные мерзлотно-экологические оценки северных территорий, организовывать изыскания и проводить и мониторинг геотехнических систем в криолитозоне и горах</p>	<p>Способен проводить мерзлотно-экологическую оценку северных территорий, осуществлять геотехнический мониторинг техногенных систем в криолитозоне и горах</p>	<p>Знать: основные мерзлотно-экологические проблемы урбанизированных территорий криолитозоны, причины развития массовых деформаций зданий и сооружений, взаимосвязь стабильности геотехнической и мерзлотно-экологической ситуаций; региональные отличия в формировании мерзлотно-экологической обстановки в промышленных центрах Севера, опыт (в т.ч. негативный и позитивный) функционирования крупных промышленных объектов, транспортных и гидротехнических систем, городских образований в криолитозоне, включая и сведения о проблемах зарубежных центров; основные принципы надежного строительства и эффективной эксплуатации зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах; основные градостроительные и инженерно-геокриологические подходы к рациональному созданию и функционированию промышленных центров в криолитозоне; комплекс инженерно-технических, инженерно-геокриологических и геотехнических методов управления мерзлотной обстановкой на застроенных территориях и способы борьбы с опасными криогенными процессами при усилении техногенеза.</p> <p>Уметь: оценивать виды и интенсивность техногенных воздействий на мерзлые толщи на застроенных и проектируемых к застройке северных территориях; решать задачи по прогнозированию изменения мерзлотно-экологических условий и возможной активизации опасных инженерно-криогенных процессов на хозяйственно освоенных территориях при</p>

		<p>воздействии техногенеза или при климатических изменениях; осуществлять выбор оптимальных инженерно-геокриологических приемов и градостроительных подходов по управлению мерзлотной обстановкой для обеспечения стабильности мерзлотно-экологической ситуации и геотехнической обстановки.</p> <p>Владеть: основными расчетными методами, связанными с надежными и эффективными методами застройки территории и эксплуатации объектов в индустриальных центрах Севера; способами обработки результатов изысканий, проектирования, опыта эксплуатации объектов, мониторинга геокриологических условий для извлечения информации, необходимой для расчетов и выдачи эффективных рекомендаций; методами анализа криолитологических, метеорологических, гидрогеологических, грунтоведческих, теплофизических и гляциологических данных, необходимых для прогноза изменения мерзлотно-экологической обстановки и выработки управленческих решений; методами организации и проведения мерзлотного мониторинга для решения проблем обеспечения стабильности мерзлотно-экологической обстановки и урбанизированной среды, вечномерзлых оснований и фундаментов (в том числе опор магистральных нефте- и газопроводов).</p>
--	--	---

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

	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 опросу/кол локвиуму	Всего
Раздел 1. Технокриогенез									
Тема 1. Технокриогенез как ведущий процесс на урбанизированных территориях	4	1	2			3	1		1
Тема 2. Современное состояние мерзлотно-экологической ситуации в городах криолитозоны	4	1	2			3		1	1
Тема 3. Изучение инженерно-криогенных процессов	4	1	2			3	1		1
Тема 4. Количественные методы оценки развития мерзлотно-экологических условий на урбанизированных территориях	8	2	4			6	2		2
Тема 5. Оценка изменения состояния мерзлотных комплексов на урбанизированных территориях	7	2	4			6	1		1
Тема 6. Оценка влияния методов строительства и особенностей эксплуатации зданий и сооружений на геоэкологическую обстановку при освоении криолитозоны	8	2	4			6	1	1	2

Тема 7. Анализ характера и причин массовых деформаций зданий и сооружений в городах и поселениях криолитозоны	6	2				2	4		4	
Текущая аттестация № 1. Защита презентаций	4		4			4				
Раздел 2. Обеспечение стабильности мерзлотно-экологической обстановки										
Тема 8. Управление мерзлотной обстановкой и геоэкологической ситуацией на урбанизированных территориях в криолитозоне	4	1	2			3	1		1	
Тема 9. Проблемы поддерживающего и выравнивающего развития регионов криолитозоны	5	1	2			3	1	1	2	
Промежуточная аттестация зачет	18	<i>Устный экзамен</i>					18			
Итого	72	39					33			

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Раздел 1. Технокриогенез

Тема 1. Технокриогенез как ведущий процесс на урбанизированных территориях. Введение. Предмет и задачи курса, его содержание и структура. Оценка современного состояния мерзлотно-экологических исследований и разработок в городах криолитозоны России и за рубежом. Основные методические особенности курса, связь с географией, криолитологией и другими мерзловедческими дисциплинами, с градостроительством, промышленной безопасностью, системами организации контроля. Стандарты и нормативы. Содержание понятий «технокриогенез», «урбанистика Севера», «управление мерзлотной обстановкой».

Тема 2. Современное состояние мерзлотно-экологической ситуации в городах криолитозоны. Представления о современной мерзлотно-экологической обстановке в городах и поселениях Российского и зарубежного Севера, экологической безопасности, экологическом риске в равнинной и горной криолитозоне. Исторические и социально-экономико-географические аспекты, влияющие на состояние вечной мерзлоты и возможную активизацию опасных инженерно-криогенных процессов на хозяйственно освоенных территориях. Общие принципы стабилизации мерзлотно-экологической ситуации и обеспечения геотехнической безопасности.

Тема 3. Изучение инженерно-криогенных процессов. Определение понятия «инженерно-криогенные процессы», география их проявления по урбанизированным регионам криолитозоны. Понятие «технокриогенеза» как ведущего экзогенного процесса на урбанизированных территориях криолитозоны. Основные классификации и анализ трех основных групп процессов: а) связанных с

дополнительным антропогенным теплением; б) связанных с техногенным привнесом охлаждающего импульса; в) специфических. Процессы, имеющие полные аналоги в природе и не имеющие полных аналогов. Оценки степени интенсивности. Обратимые и необратимые, управляемые и неуправляемые процессы.

Тема 4. Количественные методы оценки развития мерзлотно-экологических условий на урбанизированных территориях. Основные методы количественных прогнозов развития мерзлотно-экологической обстановки в городах и поселениях Севера. Принципы и приемы по составлению компьютерных программ: а) для расчетов нестационарных тепловых полей с учетом подвижной границы раздела фаз в вечномерзлых грунтах, подвергающихся техногенному воздействию; б) для расчета изменения несущей способности фундаментов, устроенных в вечномерзлых грунтах при изменении их свойств под влиянием техногенеза; в) для оценки надежности крупных газо- и нефтетранспортных систем, устроенных и эксплуатируемых в криолитозоне; г) для расчетов активизации опасных инженерно-криогенных процессов, развивающихся в сложных мерзлотных условиях (сильнольдистые или засоленные грунты, береговые зоны, нестабильные склоны, техногенноизмененные бедленды и др.) при активизации техногенных воздействий. Оценка возможных негативных последствий для геотехнической среды развития опасных инженерно-криогенных процессов. Виды и типизация мерзлотно-экологических нарушений, деформаций зданий и сооружений в зависимости от проявления процессов (или групп инженерно-криогенных процессов).

Тема 5. Оценка изменения состояния мерзлотных комплексов на урбанизированных территориях. Общее и локальное температурные поля, их взаимодействие. Анализ тенденций в развитии мерзлых толщ (с учетом природных и техногенных влияний) на застроенных территориях. Основные "опасности" при разрушении мерзлотных комплексов в промышленных зонах. Основные типы природно-техногенных геокриологических комплексов, формирующихся в промышленных районах Крайнего Севера, влияние их эволюции на изменение геокриологической обстановки и активизацию опасных инженерно-криогенных и инженерно-гляциальных процессов. Основные элементы городской среды и характер температурных полей, формирующихся в их основаниях. Особенности взаимодействия урбанизированных элементов и многолетнемерзлых оснований. Геокриологический мониторинг в период подготовки территории к застройке, при строительстве, эксплуатации и реконструкции зданий и сооружений.

Тема 6. Оценка влияния методов строительства и особенностей эксплуатации зданий и сооружений на геэкологическую обстановку при освоении криолитозоны. Основные градостроительные приемы, используемые для сохранения вечномерзлого состояния оснований. Анализ влияния различных методов инженерной подготовки площадок к застройке, способов фундаментостроения (технологий бурения скважин, конструкций, типов и технологий устройства свайных и столбчатых фундаментов) на многолетнемерзлые породы оснований и активизацию опасных инженерно-криогенных процессов. Оценка влияния различных способов устройства инженерно-технических коммуникаций (надземная, наземная и подземная прокладки) на геокриологические условия территорий. Выбор оптимальных типов и методов сохранения многолетнемерзлого состояния оснований городской застройки при устройстве и эксплуатации подземных коллекторов для инженерных коммуникаций в зависимости от мерзлотно-литологического строения (состояние, состав грунтов, льдистость, криотекстура и др.). Сравнительный анализ промышленного загрязнения грунтов в Норильском промрайоне и антропогенного засоления оснований в Якутске. Формирование техногенных криопэггов. Особенности эксплуатации шламо-, шлако-, концентратохранилищ и других отстойников, содержащих токсичные загрязнители. Характер проявления, механизм и основные причины (4 группы) активизации чрезмерно

активного криогенного выветривания подземных искусственных сред в городах криолитозоны, методы защиты и способы реконструкции фундаментов и подземных сооружений.

Тема 7. Анализ характера и причин массовых деформаций зданий и сооружений в городах и поселениях криолитозоны. Изучение основных природных и техногенных факторов, вызывающих деформации гражданских объектов, промсооружений, транспортной инфраструктуры, в т.ч. на конкретных примерах. Типизация проявлений деформаций и основные методы их предотвращения; особенности ремонтно-восстановительных работ на Крайнем Севере. Оценка изменения мерзлотно-экологической обстановки и геотехнической ситуации в 20 крупнейших городах Севера России, США, Норвегии и Канады.

Раздел 2. Обеспечение стабильности мерзлотно-экологической обстановки

Тема 8. Управление мерзлотной обстановкой и геоэкологической ситуацией на урбанизированных территориях в криолитозоне. Анализ основных средств управления мерзлотно-экологической обстановкой: методы инженерной подготовки к застройке (особая роль техногенных подсыпок); принципы и способы застройки, в т.ч. ее плотность, с учетом мерзлотно-литологического строения оснований; регулирование режима снежных отложений на застроенных территориях; повышение эффективности работы проветриваемых подполий; новые способы устройства коллекторов для коммуникаций, природосберегающие методы прокладки и эксплуатации линейных сооружений. Основные инженерно-геокриологические и инженерно-технические способы укрепления оснований и усиления фундаментов в условиях Крайнего Севера. Искусственное замораживание грунтов: основные методы, конструкции, эффективность, опыт применения в России и за рубежом.

Тема 9. Проблемы поддерживающего и выравнивающего развития регионов криолитозоны. Сущность концепции поддерживающего и выравнивающего развития урбанизированных территорий криолитозоны. Проблематика «вживления» и рационального, природосберегающего и экономико-социально эффективного функционирования в условиях северной природы и особенностей хозяйствования коренных народов Севера. Оценка роли крупных компаний, осуществляющих в северных регионах России и за рубежом добычу, переработку и транспортировку природных ископаемых, противоречия и поиски оптимальных путей развития. Примеры инновационных проектов в северных регионах, направленных на поддерживающее и выравнивающее развитие. Количественные методы расчета развития опасных инженерно-криогенных процессов с выработкой рекомендаций по минимизации рисков и ущербов – основа прогноза мерзлотно-экологической ситуации при хозяйственном освоении криолитозоны, выработки рекомендаций по минимизации рисков и ущербов, по сохранению стабильности геотехнической среды. Выбор оптимальных средств управления геоэкологической обстановкой и геокриологическими условиями – основа стратегии освоения криолитозоны.

Содержание семинаров

1. Овладеть методикой расчета изменения несущей способности замороженных фундаментов при глобальных или региональных климатических изменениях, а также при негативных локальных воздействиях.
2. Применение количественных методов - решение задач по оценке возрастания морозного пучения и снижения несущей способности замороженных фундаментов при развитии деградационных тенденций в вечномерзлых основаниях. Изучить различные

классификации криогенных процессов, развивающихся при антропогенных воздействиях. Привести примеры обратимых и необратимых, управляемых и неуправляемых инженерно-криогенных процессов.

3. Постановка задачи (граничные и начальные условия, генерализованная сетка мерзлотно-геологического строения оснований) для количественной оценки с помощью компьютерных программ изменения теплового состояния вечномерзлых оснований. Освоить методику и определить на основании расчетов изменение пучиноопасности грунтов при техногенных воздействиях, прежде всего, для опор магистральных газо- и нефтепроводов в криолитозоне.
4. Изучение методик количественных оценок ореолов оттаивания вокруг тепловыделяющих сооружений.
5. Изучение методик качественных и количественных оценок осадок грунтов оснований при устройстве и эксплуатации тепловыделяющих объектов на вечномерзлых грунтах, в т.ч. подземных трубопроводов.
6. Защита рефератов (доклады с презентациями) о мерзлотно-экологических проблемах конкретного (по выбору студента) города в криолитозоне. Проанализировать динамику опасных инженерно-криогенных процессов, связанных с дополнительным отоплением\охлаждением оснований, при увеличении техногенной
7. Овладеть методикой и выполнить постановку условных индивидуальных задач по современным компьютерным программам с учетом многослойности мерзлотно-грунтового основания, наличия разнообразных техногенных факторов, влияющих на тепловой режим оснований.
8. Дискуссия о путях решения мерзлотно-экологических и инженерно-геокриологических проблем в различных регионах криолитозоны России и за рубежом. Проанализировать мерзлотно-экологическую обстановку на примере конкретного (по выбору) города или крупного поселения при потеплении климата и усилении техногенной нагрузки.

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

Текущая аттестация №1. Защита презентации

Презентация выполняется индивидуально по отдельным городам криолитозоны, выбранными студентами предварительно. Примерная структура доклада: географическое положение, история возникновения и развития индустриального центра, орогидрография, климат, природное строение мерзлоты и естественные криогенные процессы, этапы строительного освоения и технологии устройства фундаментов, специфические природно-техногенные геокриологические комплексы на территории, примеры удовлетворительного/неудовлетворительного состояния объектов и элементов геотехнической среды, основные геоэкологические проблемы региона, примеры эффективных/неэффективных способов борьбы с опасными инженерно-криогенными процессами и приемов по сохранению мерзлотно-экологической стабильности урбанизированной территории, оценка трендов в сохранении ее «мерзлотной устойчивости».

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

Примерный перечень вопросов и заданий:

Коллоквиум по темам 1-2.

1. По каким геотехническим и мерзлотно-экологическим показателям осуществляется ранжирование элементов урбанизированной среды по степени их влияния на активизацию опасных криогенных или гляциальных процессов?
2. Каково влияние истории освоения и сложившихся систем расселения в криолитозоне на состояние вечномерзлых оснований в городах и поселениях Севера?
3. В чём основные различия и сходство методов хозяйственного освоения криолитозоны России, Канады и Аляски (США)?
4. Какие основные природно-техногенные геокриологические комплексы формируются в промышленных центрах криолитозоны?
5. Какова методология определения видов техногенной нагрузки на вечномерзлые основания? Каково соотношение экстенсивных и интенсивных факторов негативных воздействий на устойчивость инженерно-геокриологической обстановки?
6. Каким образом можно оценить степень негативного\позитивного влияния того или иного элемента урбанизированной среды на температуру и прочностные параметры вечномерзлых оснований зданий и сооружений?
7. Каковы объективные показатели для оценки геокриологических рисков на застроенных территориях горной и равнинной криолитозоны? Какова разница в теплопроводности талых и мерзлых грунтов и в чем ее причина? Назовите ряд увеличения коэффициента теплопроводности мерзлых пород в зависимости от дисперсности. Что такое объёмная теплоёмкость и с чем связаны количественные различия для мерзлых грунтов одного состава? Построить графики (по индивидуальным заданиям) изменения коэффициента теплопроводности и значения объёмной теплоёмкости для различных дисперсных грунтов в системах: а) «постоянная влажность – меняющаяся плотность»; б) «постоянная плотность – изменяющаяся влажность»

Коллоквиум по теме 6.

1. В чем различия между понятиями «устойчивость», «стабильность», «безопасность», «надёжность»?
2. Каковы основные исходные данные для количественных прогнозов (расчетов) развития опасных инженерно-геокриологических процессов, связанных с дополнительным отоплением вечномерзлых оснований в городах криолитозоны?
3. Каковы темпы изменения (снижения\повышения) устойчивости различных элементов урбанизированной среды в региональном аспекте. Дискуссия: сравните (по 3 – 4-м городам разных регионов криолитозоны) возможное изменение несущей способности замороженных фундаментов при сохранении в ближайшие 30 лет трендов к изменению климата в этих регионах.
4. Каковы основные проблемы в типизации (с ранжированием по интенсивности) техногенных воздействий в зависимости от промышленной специализации того или иного центра?
5. Каков «вклад» методов строительного освоения (приёмов инженерной подготовки, типов фундаментов, технологий их устройства и т.д.) и способов эксплуатации объектов (здания с холодными проветриваемыми подпольями, системы надземных или подземных трубопроводов и др.) в изменение мерзлотно-экологической обстановки на хозяйственно освоенных территориях криолитозоны?

Устный опрос по теме 9.

1. Составьте ряды (по степени отклонения от природных) природно-техногенных геокриологических комплексов для крупных (2 – 3 шт.) городов криолитозоны.

2. С помощью выбранных заранее космоснимков крупнейших городов криолитозоны приблизительно оценить разнообразие существующих различных природно-техногенных геокриологических комплексов, сформировавшихся на застроенных территориях. Каковы основные признаки, по которым можно на космоснимках выделить различные урбанизированные зоны?
3. Каковы основные социально-экономико-географические факторы, влияющие на возможные негативные изменения в вечномерзлых основаниях городских территорий криолитозоны?
4. Какими современными инженерно-геокриологическими методами можно минимизировать негативное тепловое влияние на мерзлоту крупных индустриальных объектов?
5. Оцените (на современном этапе) роль федеральных, региональных и местных властей, а также крупнейших ресурсодобывающих компаний на обеспечение стабильности мерзлотно-экологической ситуации и инженерно-геокриологической надежности в крупных индустриальных центрах Севера. Достаточен ли вклад этих структур в поддерживающее и выравнивающее развитие регионов криолитозоны?

Решение типовых задач по теме 3.

Определить изменение активизации морозного пучения опор надземных трубопроводных систем севера Западной Сибири при сохранении трендов к потеплению климата и возрастанию техногенной нагрузки.

Исходные данные: мерзлотно-геологические условия основания (индивидуально для каждого студента), расчетные теплофизические характеристики мерзлых и талых грунтов (индивидуально для каждого студента), климатические характеристики пункта в регионе (индивидуально для каждого студента), параметры опор трубопровода и его назначение (индивидуально для каждого студента), показатели пучинистости грунтов (индивидуально для каждого студента). Расчет осуществлять по системе, предложенной в Своде правил «СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», в т.ч. с привлечением соответствующих табличных данных.

Решение типовых задач по теме 4.

Рассчитать уменьшение несущей способности вмерзших фундаментов - а) при увеличении техногенного засоления грунтов оснований; б) при потеплении климата.

Расчет осуществлять по системе, предложенной в Своде правил «СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», в т.ч. с привлечением соответствующих табличных данных и обязательных Приложений к этому нормативному документу. Расчет предусматривает, во-первых, решение нестационарной задачи теплопроводности с учетом фазовых переходов, во-вторых, расчет прочностных показателей по изменению (в зависимости от температуры мерзлоты) сопротивления сдвигу по поверхности смерзания фундамента и грунта.

Индивидуально выдаются исходные данные для расчета: инженерно-геокриологические параметры теплофизических и прочностных характеристик мерзлоты, студенты самостоятельно выбирают пункт в криолитозоне (индивидуально для каждого) и осуществляют сбор (с помощью Интернета, справочной и нормативной литературы) климатических показателей и трендов их изменений. Расчет производится в перспективе на 20 - 50 лет (индивидуально, в зависимости от вида урбанизированного элемента или типа объекта, например, магистральный газопровод, комплекс жилых зданий, производственные объекты цветной металлургии и т.п.).

Решение типовых задач по теме 5.

Освоить методику и произвести расчет радиусов оттаивания вечномерзлых грунтов при подземной прокладке трубопроводов.

Расчет осуществлять по системе, предложенной в Своде правил «СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», в т.ч. с привлечением соответствующих табличных данных и Приложений. Расчет предусматривает выдачу студентам индивидуальных заданий; исходные данные для расчетов - инженерно-строительные характеристики вечномерзлых оснований и климатические параметры (обе системы исходных данных выбираются студентами самостоятельно для того или иного пункта криолитозоны); используются справочная и нормативная литература, научные публикации, источники Интернета, в отдельных случаях – материалы, полученные студентом ранее на учебных или производственных практиках.

Решение типовых задач по теме 8.

Оценка эффективности применения того или иного метода управления мерзлотной обстановкой для конкретного (по выбору студента) городского поселения в криолитозоне.

Способ решения: расчеты радиусов замораживания талых и охлаждения пластичномерзлых грунтов. Технология решения: через предоставленные преподавателем различные методы численного моделирования формирующихся радиусов намораживания/охлаждения вокруг подземных частей парожидкостных термоустановок (термостабилизаторов).

Для каждого студента индивидуально: пункт расположения в разных регионах криолитозоны, мерзлотно-геологическое строение основания, в т.ч. теплофизические и другие параметры грунтов, климатические характеристики выбранного региона и тренды их изменений, геотехнические особенности (вид замораживающего устройства, его геометрия и др.).

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Влияние технокриогенеза на мерзлотно-экологическую обстановку в индустриальных центрах Севера.
2. Формирование специфических природно-техногенных геокриологических комплексов в индустриальных центрах Севера.
3. Роль элементов городских систем в изменении теплового режима вечномерзлых оснований и развитии криогенных процессов на застроенных территориях
4. Ранжирование видов техногенных воздействий по интенсивности влияния на терморегим мерзлых оснований и устойчивость инфраструктуры.
5. Характеристика факторов, влияющих на системы расселения в криолитозоне и на степень изменения мерзлотно-экологической обстановки в городах Севера.
6. Современные методы исследования мерзлотно-экологической ситуации и геотехнической стабильности в поселениях криолитозоны
7. Инженерно-криогенные процессы на урбанизированных территориях: имеющие и не имеющие природных аналогов, обратимые и необратимые, управляемые и неуправляемые.
8. Роль природных и техногенных факторов в интенсивности деструктивных инженерно-криогенных процессов.
9. Роль региональных особенностей (природных, техногенных) в активизации инженерно-криогенных процессов.

10. Изучение воздействия техногенного засоления и обводнения на изменение мерзлотно-экологической обстановки и устойчивость зданий и сооружений в криолитозоне. Оценка снижения несущей способности грунтов при техногенном засолении грунтов.
11. Влияние региональных геолого-географических факторов на интенсивность изменения мерзлотных условий при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в криолитозоне
12. Основные методы количественных прогнозов изменения мерзлотно-экологической ситуации на урбанизированных территориях криолитозоны.
13. Надежность газотранспортных (или нефтепроводных) систем в изменяющихся мерзлотно-экологических условиях (по регионам на выбор: Ямал, Тазовский полуостров, Гыдан, Норильский промрайон, Ванкорская группа месторождений, трасса Восточная Сибирь – Тихий океан и др.).
14. Особенности обеспечения стабильности мерзлотно-экологической обстановки и геотехнической ситуации в северном городе (по регионам, на выбор: Воркутинский промузел, север Западной Сибири, Норильский промрайон, юг Якутии, Мирненский промузел, поселения Чукотки и др.).
15. Сравнительный анализ эффективности методов управления мерзлотной обстановкой для предотвращения массовых деформаций объектов в криолитозоне при потеплении климата или усилении техногенеза (можно – на региональном уровне).
16. Прогноз динамики изменений мерзлотно-экологической обстановки при усилении техногенеза (по регионам – Варендейское месторождение, газопромыслы Ямала, городские образования севера Красноярского края, нефте- и газоносные промыслы осваиваемых территорий Эвенкии, севера Иркутской обл. и др.).
17. Оценка влияния изменения климата на мерзлотно-экологическую обстановку в городах криолитозоны.
18. Изучение интенсивных и экстенсивных факторов ухудшения мерзлотно-экологических условий на застроенных территориях криолитозоны.
19. Регулирование температурного режима вечномерзлых оснований в промышленных центрах Севера.
20. Особенности застройки и функционирования селитебных и промышленных зон на берегах арктических морей и сильнольדיстых речных берегах.

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: устные опросы, коллоквиумы)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

Умения (виды оценочных средств: решение типовых задач, защита презентаций)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: решение типовых задач)	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. Гребенец В. И., Рогов В. В. Инженерное мерзлотоведение: учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ, 2000. — 96 с.
2. Евстигнеев В. М., Сидорова М. В., Ермакова Г. С. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. Под ред. Н.С. Касимова и А.В. Кислова. — М.: МАКС Пресс, 2011. — 496 с.
3. Основы геокриологии Ч.5. Инженерная геокриология. Под ред. Ершова Э.Д. — М.: Изд-во МГУ, 1999. — 526 с.
4. Основы геокриологии Ч.6. Геокриологический прогноз и экологические проблемы в криолитозоне. Под ред. Л.С. Гарагули. — М.: Изд-во МГУ, 2008. — 766 с.

Дополнительная литература:

1. Павлов А.В., Малкова Г.В. Современные изменения климата на севере России. –Новосибирск: Акад. изд-во “Гео”, 2005. - 54 с.
2. Айбулатов Д.Н., Глазовская Т.Г., Гребенец В.И., Деркачева А.А., Сократов С.А., Толманов В.А., Турчанинова А.С., Хисматулин Т.И., Школьный Д.И., Шныпарков А.Л. Развитие транспортных сетей Сибири и Дальнего Востока с учётом опасных природных процессов и явлений. Под ред. Шныпаркова А.Л. – М.: изд-во «Перо», 2021. – 200 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.geogr.msu.ru/cafedra/crio> - 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

<http://maps.awi.de/awimaps> - Геопортал AWI

Описание материально-технической базы:

Учебная аудитория, компьютер, экран, мультимедийный проектор. Компьютерный класс для проведения практических работ.

Для проведения практических занятий требуются компьютеры с установленными программами для решения нестационарных двухмерных задач по теплопроводности с учетом условия Стефана; используются также данные о мерзлотно-геологическом строении вечномерзлых оснований в разных районах криолитозоны.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: Ответственный за курс — доц. Гребенец Валерий Иванович

11. Разработчики программы: Доцент кафедры криолитологии и гляциологии Гребенец Валерий Иванович