

Программа дисциплины «Физика и механика мерзлых грунтов и льдов»

Авторы: проф. В.В.Рогов, доц. В.И. Гребенец

Цель освоения дисциплины: дать общие и специальные знания о теплофизических и физико-механических свойствах мерзлых грунтов и льдов, формировании напряженно-деформированного состояния массива мерзлого грунта в зависимости от действующих внешних факторов.

Задачи:

- ознакомить студентов с основными закономерностями состава и строения мерзлых грунтов и криогенными процессами, влияющими на их физические и механические свойства;
- получить представления о физических, в т.ч. теплофизических, прочностных и деформационных, характеристиках вечномерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов;
- получить знания о типах связей, формирующихся в многокомпонентной среде (вечномерзлый грунт), характере и видах сцепления;
- владеть приемами использования физико-механических характеристик грунтов, полученных в результате полевых или лабораторных исследований, для инженерно-геокриологических расчетов;
- уметь рассчитывать параметры деформаций, прочности устойчивости мерзлых грунтов;
- ознакомить студента с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств мерзлых грунтов.

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина включена в вариативную часть плана подготовки специалистов в области географии и входит в модуль "Физика и механика мерзлых грунтов и льдов, инженерное мерзлотоведение и гляциология". Дисциплина преподается в 6 семестре на 3 курсе.

Предмет изучения - основные закономерности физики и механики мерзлых грунтов и льдов как науки, практические предложения по обоснованию методов освоения территории криолитозоны, теплофизические особенности и расчетные методы для определения теплового режима в вечномерзлых толщах. Поэтому для усвоения данной дисциплины необходимы основные знания, умения и компетенция студентов по естественнонаучным и общегеографическим дисциплинам: математике, химии, физики; криолитологии и гляциологии, грунтоведению, основам инженерно-геологических изысканий.

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать:

- основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики;
- Основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах;
- нормативную базу в области инженерных изысканий в криолитозоне;
- основные методы расчета прочностных и деформационных характеристик мерзлых грунтов и льда.

Уметь:

- правильно оценивать строительные свойства грунтов;
- осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности;
- пользоваться различными специальными таблицами, приведенными в нормативных документах, о свойствах мерзлых грунтов,

- определять напряжения в массиве грунта и деформации основания под действием внешних нагрузок;
- оценивать устойчивость грунтов в криолитозоне.

Владеть:

- навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов;
- методами количественного прогнозирования напряженно-деформированного состояния оснований и устойчивости сооружений, расчетами теплового состояния.

Содержание

Раздел 1. Физические параметры

Тема 1. Физическая природа мерзлых грунтов. Основные понятия, цели и задачи курса. Роль изучения механики мерзлых грунтов в обеспечении надежности вечномерзлых оснований здания и сооружений. Состав и строение мерзлых грунтов, взаимодействие компонентов грунта. Физические свойства мерзлых грунтов. Связь физических и механических характеристик грунтов. Физические характеристики. Расчет влажностных показателей и льдистости. Виды льда в мерзлых грунтах и их значение. Методы, приборы и аппаратура для определения влажностных параметров, льдистости, сейсмо- и электропроводных свойств мерзлых грунтов.

Тема 2. Теплофизические свойства. Теплопроводность мерзлых пород; зависимость от состава, строения, льдистости, генезиса, оторфованности; изменение в цикле «промораживание – переохлаждение – отепление – протаивания». Теплоемкость. Температуропроводность. Температура начала замерзания. Формирование тепловых полей в многослойных средах, в грунтах различного состава, влажности, льдистости. Стационарные, нестационарные и квазистационарные тепловые поля. Теплопередача, основные методы решения задач теплопроводности. Методы, приборы и аппаратура для определения теплофизических свойств мерзлых грунтов.

Тема 3. Засоленные мерзлые грунты. Особенности перераспределения (криогенного концентрирования) растворимых солей при промерзании грунтов. Теплофизические и механические свойства засоленных мерзлых грунтов.

Раздел 2. Прочность и деформация.

Тема 4. Прочностные свойства мерзлых грунтов. Прочность, характер связей и виды сил сцепления. Кратковременная и длительная прочность, зависимость от температурного фактора Эквивалентное сцепление.

Тема 5 . Реологические процессы в мерзлых грунтах. Ползучесть и релаксация. Зарождение и развитие реологических процессов в мерзлых грунтах. Реологические уравнения напряженно- деформированного состояния мерзлых грунтов. О релаксации напряжений в мерзлых грунтах и предельно-длительной прочности. Определение параметров ползучести мерзлых грунтов. Вязкость. Методы, приборы и аппаратура для определения механических свойств мерзлых грунтов.

Тема 6. Формирование напряженно-деформированного состояния в вечномерзлых грунтовых массивах Сопротивление мерзлых грунтов сжатию, растяжению и сдвигу. Показатели сжимаемости вечномерзлых грунтов; пластичномерзлые и твердомерзлые породы. Прочность смерзания грунтов. Величины критических и расчетных сопротивлений нагрузкам. Деформации мерзлых грунтов при отрицательной температуре. Виды деформаций мерзлых грунтов. Механизмы деформирования льда при приложении нагрузок. Разрушающие и неразрушающие деформации. Упругие, пластические и хрупкие деформации мерзлых грунтов и их характеристики. Деформации уплотнения мерзлых грунтов. Деформации затухающей ползучести мерзлых грунтов. Деформации пластично-вязкого течения мерзлых грунтов. Применение метода суперпозиции при оценке напряженно-деформированного состояния вечномерзлых оснований при возведении сооружений.

Рекомендуемая литература

Основная рекомендуемая литература:

1. Роман Л.Д. Механика мерзлых грунтов. - М.: Наука–Интерпериодика, 2002, 426 с.
2. Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов.– М.: Стройиздат, 2000, 464 с.
3. Хрусталеv Л. Н. Основы геотехники в криолитозоне.- М.: Изд-во МГУ, 2005, 542 с.
4. Гребенец В.И., Рогов В.В. Инженерное мерзлотоведение: Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2000, 96 с.

Дополнительная литература:

1. Основы геокриологии. Часть 5. Инженерная геокриология. – М.: Изд-во МГУ , 1999, 526 с.
2. Методы геокриологических исследований. Под ред. Э.Д. Ершова. - М.: Изд-во МГУ, 2004, 503 с.
2. Инженерная геокриология. Справочное пособие/Под ред. Ершова Э.Д. – М.: Недра, 1991, 439 с.
3. Лабораторные методы исследования мерзлых пород/Под ред.Ершова Э.Д. – М.: изд-во МГУ, 1986, 210 с.
6. СНиП 2.02.04-88. Строительные нормы и правила. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990, 56 с.
8. Цытович Н.А. Механика мерзлых пород. – М.:Высшая школа, 1973, 448 с.
4. Хрусталеv Л.Н., Пармузин С.Ю., Емельянова Л.В. Надежность северной инфраструктуры в условиях меняющегося климата. – М.: Университетская книга, 2011, 260 с.
8. Цытович Н.А. Механика мерзлых пород. – М.:Высшая школа, 1973, 448 с.

Интернет-ресурсы:

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

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