

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_ /Д.Ю.Пушаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Вероятностно-статистические методы в геокриологии**

Автор-составитель: Пустовойт Г.П.

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура (ИМ)*

**Направление подготовки: 05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

Магистерская программа:

**«Геокриология»**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва

---

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программа магистратуры, реализуемая последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2018.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цели и задачи дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины "Вероятностно-статистические методы в геокриологии" является овладение методикой оценки и прогнозирования надёжности геотехнических систем при их тепловом и механическом взаимодействии с многолетнемёрзлыми породами.

**Задачи** – формирование у студентов теоретических знаний и навыков для оценки и прогнозирования надёжности геотехнических систем; умения подбирать, готовить и анализировать геокриологические и технические данные для решения задач на ЭВМ, проводить их статистическую обработку, анализировать полученные результаты.

**1. Место дисциплины в структуре ООП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплина по выбору, курс – I, семестр – 1.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ, направление «Геология», уровень бакалавриат; знания в области геологии – в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру (общие вопросы, вопросы профиля «**Геокриология**»).

А также освоение дисциплин «Термодинамика и теплофизика мерзлых пород», «Геокриологический прогноз и мониторинг».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.М. Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию.

ОПК-5.М. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-6.М. Способность представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности.

ПК-4.М. Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.

СПК-3.М. Способность проводить инженерно-геокриологическое изучение территорий; исследовать с применением современных методов, приборов и оборудования состав (включая газовую и биогенную составляющие), строение и свойства мерзлых грунтов; оценивать тепловое и механическое взаимодействия инженерных сооружений с многолетнемёрзлыми грунтами для обеспечения надёжности оснований и устойчивости сооружений (формируется частично).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

**знать:** теоретические основы оценки и оптимизации надёжности геотехнических систем при их тепловом и механическом взаимодействии с многолетнемёрзлыми породами;

**уметь:** ставить и решать задачи по моделированию теплового режима оснований сооружений в криолитозоне и оценке надёжности, подбирать, готовить и анализировать геокриологические и технические данные для решения задач на ЭВМ;

**владеть:** навыками применения современных компьютерных технологий для прогноза устойчивости оснований сооружений в криолитозоне.

**4. Формат обучения** – лекции, практические занятия и семинары.

**5. Объем дисциплины** составляет 2 з.е., 72 часа, в том числе 42 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (6 часов – лекции, 15 часов – практические занятия и 21 час – семинары); 30 часов на самостоятельную работу обучающихся, в том числе 2 часа – промежуточная аттестация, 28 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**6. Содержание дисциплины**, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

В курсе "Вероятностно-статистические методы в геокриологии" формулируются вероятностно-статистические задачи о взаимодействии инженерных сооружений с многолетнемёрзлыми породами, приводятся методы их решения, излагаются основные положения теории вероятностей и теории надёжности геотехнических систем в криолитозоне. Рассматриваются основные подходы к решению задач оптимизации надёжности по экономическому критерию при проектировании зданий и сооружений в криолитозоне, даются рекомендации по сбору исходных данных. Студенты обучаются постановке и решению задач оценки и оптимизации надёжности численным и аналитическим методом.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины  Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)				
		Виды контактной работы, часы				
Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия семинарского типа	Всего			
Раздел 1. Введение. Цель и задачи курса. Сведения из теории надёжности		2	0	4	6	Подготовка реферата , 2 часа
Раздел 2. Сбор и подготовка данных для вероятностно-статистических расчётов		0	5	4	9	Сбор и подготовка данных, 10 часов
Раздел 3. Методы оценки надёжности геотехнических систем		2	0	4	6	Подготовка входных данных, 6 часов
Раздел 4. Методы оптимизации надёжности геотехнических систем		2	0	4	6	Подготовка и ввод данных, 6 часов
Раздел 5. Практическая работа с программами, вывод и анализ результатов		0	10	5	15	Анализ результатов, подготовка презентации, 4 часа
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						2
<b>Итого</b>	<b>72</b>			<b>42</b>		<b>30</b>

## Содержание дисциплины по разделам и темам

### Содержание лекционных занятий

Лекция 1. Введение. Цель и задачи курса. Сведения из теории надёжности и теории вероятностей. Случайные величины, распределения вероятностей, математическое ожидание, дисперсия, коэффициент вариации. Случайный процесс. Автокорреляционная функция.

Физические основы и математическое описание надёжности оснований в криолитозоне.

Лекция 2. Особенности мёрзлых грунтов как материала оснований. Вероятностный подход к условиям предельных состояний, понятие отказа, определение функции надёжности. Расчёт функции надёжности основания численным и аналитическим методом.

Лекция 3. Оптимизация надёжности по экономическому критерию. Цена риска и приведенная суммарная стоимость. Численное и аналитическое решение оптимизационной задачи. Выбор оптимального проектного решения.

### Содержание практических и семинарских занятий

1. Сбор и статистическая обработка данных (климатических, геологических, технических) для оценки и оптимизации надёжности оснований и моделирования температурного режима в основании сооружения.

2. Освоение методики решения аналитических задач теории надёжности. Модель редких событий, распределение Пуассона. Аналитический расчёт функции надёжности оснований, используемых по принципу I. Кумулятивная модель отказов для оснований, используемых по принципу II.

3. Подготовительные расчеты для моделирования температурного режима в основании сооружения (программа «ТЕПЛО»). Аналитический расчёт функции надёжности основания, используемого по принципу II.

4. Знакомство с компьютерной программой П006454 (программа расчёта функции надёжности и суммарной приведённой стоимости численным методом).

5. Самостоятельное решение конкретной задачи численным методом, анализ и представление полученных результатов.

### Рекомендуемые образовательные технологии

При реализации программы “Вероятностно-статистические методы в геокриологии” используются различные образовательные технологии. Во время аудиторных часов (42 часа) занятия проводятся в виде:

- лекций с использованием ПК и мультимедийного проектора с экраном;
- практических и семинарских занятий в аудиториях, оснащенных ПК.

### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

#### 7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетно-графические работ и рефератов.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

#### *Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:*

1. Дискретные и непрерывные случайные величины. Распределение вероятностей.
2. Что такое плотность распределения?
3. Что такое математическое ожидание и дисперсия?
4. Почему большинство физических величин имеют распределение Гаусса?
5. Стационарный случайный процесс и его автокорреляционная функция.
6. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность. Связь безотказности с долговечностью.
7. Что такое функция надёжности вечномёрзлого основания?
8. Коэффициент запаса и его связь с надёжностью.
9. Цена риска и приведённая суммарная стоимость.
10. Сколько опытов надо сделать для достижения приемлемой точности оценки надёжности?

#### 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

**Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:**

1. Дискретная случайная величина, её математическое ожидание и дисперсия. Распределение Пуассона и его использование в теории надёжности.
2. Непрерывная случайная величина, её математическое ожидание, дисперсия, коэффициент вариации.
3. Случайные функции, случайные процессы. Автокорреляционная функция.
4. Функция безотказности (функция надёжности) вечномёрзлого основания и её связь с условиями предельных состояний.
5. Аналитический метод оценки надёжности для оснований, используемых по принципу I.
6. Оптимизация надёжности по экономическому критерию. Цена риска и приведенная суммарная стоимость.
7. Численный метод оценки надёжности вечномёрзлого основания.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<b>Знания:</b> вероятностный подход к прогнозированию надёжности оснований сооружений в криолитозоне	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<b>Умения:</b> ставить и решать задачи по оценке и оптимизации надёжности оснований сооружений в криолитозоне и анализировать результаты	Умения отсутствуют	В целом успешные, но не систематические, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умении представлять результаты в лаконичной форме	Успешные умения использовать приобретенные знания
<b>Владения:</b> методами и компьютерными программами для прогноза устойчивости оснований сооружений в криолитозоне	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков	В целом владеет методами прогноза устойчивости оснований сооружений в криолитозоне	Владеет успешно приобретенными знаниями и навыками

**8. Ресурсное обеспечение:**

**А) Перечень основной и дополнительной литературы.**

**- основная литература:**

*Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. - Любое издание

*Ермолаев Н.Н., Михеев В.В.* Надёжность оснований сооружений, Л.: Стройиздат, 1976.

152 с.

Общая геокриология. / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 2002. 628 с.

Основы геокриологии. Ч. 5. Инженерная геокриология. / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Изд-во МГУ, 1999. 526 с.

*Хрусталева Л.Н.* Основы геотехники в криолитозоне: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2005.

*Хрусталева Л.Н., Пустовойт Г.П.* Вероятностно-статистические расчеты оснований зданий в криолитозоне. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с.

*Хрусталева Л.Н., Пустовойт Г.П.* Методы составления и использования крупномасштабных стоимостных инженерно-геокриологических карт. // Проектирование и инженерные изыскания. 1987, № 3, с.22-25.

*Емельянов Н.В., Пустовойт Г.П., Хрусталева Л.Н., Яковлев С.В.* Программа расчета теплового взаимодействия инженерных сооружений с вечномерзлыми грунтами "ТЕПЛО". Свидетельство № 940281. РосАПО, 1994.

*Хрусталева Л.Н., Пустовойт Г.П., Яковлев С.В.* Программа расчета надежности оснований и приведенной суммарной стоимости зданий на вечномерзлых грунтах (П006454) // Алгоритмы и программы, М.: ВНТИ-центр, 1983 № 5, с 40-41.

**- дополнительная литература:**

*СП 25.13330.2012.* Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. 117 с.

*СП 131.13330.2012.* Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Минрегион России, 2012. 109 с.

*Хрусталева Л.Н., Пустовойт Г.П.* Надежность и долговечность оснований инженерных сооружений на вечномерзлых грунтах в условиях глобального потепления. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1993, № 3, с.10-13.

*Хрусталева Л.Н., Пустовойт Г.П., Медведев А.В.* Многолетнее изменение температуры воздуха и устойчивость проектируемых в криолитозоне сооружений. // Криосфера Земли. 2000, т.IV, № 3, с.35-41.

**Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ:**

Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint.

**В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем – не требуется.**

**Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

- программное обеспечение – Windows SP, Windows 7;

- интернет-ресурсы – meteo.ru.

**Д) Материально-техническое обеспечение дисциплины:** – учебная аудитория, оборудованная мультимедийным проектором и экраном; персональные компьютеры, фонды кафедры геокриологии, читальный зал библиотеки МГУ.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Пустовойт Г.П.

11. Автор программы – Пустовойт Г.П.