

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пущаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**"Динамическая геокриология"**

Автор-составитель: Булдович С.Н.

**Уровень высшего образования:**  
*Бакалавриат*

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

Форма обучения:

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 201\_\_

---

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 «Геология» (*программа бакалавриата, реализуемая последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016.

© 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** курса «Динамическая геокриология» является изучение закономерностей формирования и развития толщ мерзлых пород, процессов сезонного и многолетнего промерзания и оттаивания, формирования криогенных геологических процессов и явлений. Значительное внимание уделено при этом вопросам количественных геокриологических оценок.

### **Задачи**

- научиться выполнять грамотный анализ геокриологической обстановки, оценивать движущие силы и направленность изменения геокриологических процессов;
- приобретение навыков владения различными приближенными методами количественных оценок в геокриологии.

**1. Место дисциплины в структуре ООП ВО** - профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 6.

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

освоение дисциплин Информатика, Высшая математика, Общая геология, Гидрогеология, Инженерная геология, Геокриология.

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для курса «Практикум по моделированию мерзлотных процессов».

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

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

СПК-1.Б Способность оценивать гидрогеологические, инженерно-геологические и геокриологические условия территорий для различных видов хозяйственной деятельности (формируются частично).

СПК-2.Б Способность проводить моделирование изучаемых гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических процессов (формируются частично).

СПК-3.Б Способность выполнять прогноз развития различных гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических процессов (формируются частично).

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** как ставятся и реализуются задачи прогнозирования для общей и инженерной геокриологии.

**уметь:** анализировать реальные природные условия и разрабатывать модели для количественных оценок в общей и инженерной геокриологии.

**владеть:** навыками приближенных количественных оценок геокриологических процессов

### **4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **5 з.е.**, в том числе **65** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**39** часов – занятия лекционного типа, **26** часов – практические занятия), **115** академических часов выделяются на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

## **6. Содержание дисциплины.**

### **Краткое содержание дисциплины (аннотация)**

Курс состоит из введения и трех разделов.

Первый раздел посвящен закономерностям формирования и развития толщ мерзлых пород, динамике их температурного режима и глубин сезонного оттаивания-промерзания под влиянием короткопериодных и длиннопериодных колебаний климата.

Во втором разделе рассматриваются вопросы количественной оценки процессов тепломассопереноса в мерзлых, талых и промерзающих породах. Даются основы моделирования и схемы прогноза процессов промерзания-оттаивания, иллюстрируемые на конкретных примерах.

Третий раздел посвящен рассмотрению закономерностей мерзлотно-геологических процессов, их классификации, анализу существующих подходов к прогнозной оценке их интенсивности. Индивидуальная характеристика процессов, объединенных в группы по причинам их развития, дается по общей методологической схеме: природные факторы, влияющие на процесс и его механизм - основные закономерности развития - алгоритм количественного прогноза.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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. Закономерности формирования и развития толщ мерзлых пород		<b>9</b>	<b>6</b>	-	<b>15</b>	Самостоятельные расчеты и оформление учебных задач, <b>30 часов</b>
Раздел 1. Основные положения методики количественного прогноза.		<b>15</b>	<b>10</b>	-	<b>25</b>	Самостоятельные расчеты и оформление учебных задач, <b>42 часа</b>
Раздел 1. Криогенные геологические процессы		<b>15</b>	<b>10</b>	-	<b>25</b>	Самостоятельные расчеты и оформление учебных задач, <b>35 часов</b>
Промежуточная аттестация - экзамен						<b>8</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>39</b>	<b>26</b>		<b>65</b>	<b>115</b>

## Содержание разделов дисциплины

### Содержание лекционных занятий

**Введение.** Динамическая геокриология как одно из ведущих направлений в геокриологии.

#### 1. Закономерности формирования и развития толщ мерзлых пород.

Теплофизическая, геологическая и географическая сущность процессов. Временная и пространственная изменчивость температуры воздуха у поверхности Земли. Тепловой баланс поверхности Земли.

Динамика температурного режима в слое годовых колебаний температур. Динамика глубин сезонного промерзания и сезонного оттаивания под влиянием короткопериодных колебаний климата.

Динамика температурного поля в многолетнемерзлых толщах ниже слоя с годовыми колебаниями температур. Влияние длиннопериодных колебаний климата на положение верхней и нижней границы ММТ.

#### 2. Основные положения методики количественного прогноза.

Модели в геокриологии. Этапы моделирования.

Механизм и количественное описание процессов тепло- и массопереноса в мерзлых, талых и промерзающих породах. Учет анизотропности, слоистости и трещиноватости массивов. Виды уравнений переноса в скальных, дисперсных и крупнообломочных породах. Краевые условия и их вид. Методы решения задач теплопереноса.

Подземный теплообмен и температурный режим пород, природные факторы, влияющие на формирование температурных полей различного типа в массивах горных пород. Математическое описание стационарного температурного поля в однородном и многослойном массиве пород, определение времени установления стационарного температурного режима после изменений условий на поверхности. Оценка пространственной конфигурации многолетнемерзлых толщ при переменных в плане верхних граничных условиях, наличии выраженного рельефа, неоднородном литологическом строении массива горных пород. Количественная оценка условий формирования и морфологических особенностей таликов различных категорий в криолитозоне.

Формулировка задач промерзания-оттаивания для грубо- и тонкодисперсных пород. Постановка и решение классической задачи промерзания-оттаивания (задачи Стефана). Квазистационарные приближения решений задачи. Подходы к решению задачи промерзания – оттаивания с учетом массопереноса и замерзания почвенной влаги в спектре температур. Влияние процессов конвективного теплопереноса в различных элементах геокриологического разреза и методы количественной оценки этого влияния. Специфика промерзания-оттаивания засоленных пород и сопутствующие эффекты.

Учет теплообмена между верхними слоями пород и приземным слоем воздуха для определения хода температур на поверхности пород. Влияние теплоизолирующих покровов на поверхности пород (снежного, растительного, техногенного) на сезонное промерзание (оттаивание) и среднегодовую температуру пород. Виды и природа температурной сдвигки в сезоннокриогенном слое.

Приближенные формулы оценки мощности сезонного промерзания (оттаивания). Методика аналитического расчета среднегодовой температуры пород при наличии различных покровов на поверхности и ее практическое применение.

#### 3. Криогенные геологические процессы.

Классификация процессов и явлений. Парагенезис процессов. Прогнозные оценки динамики процессов.

Процессы, обусловленные изменениями температурного и влажностного режима пород, их сезонным и многолетним промерзанием или оттаиванием: морозобойное растрескивание, морозное пучение, наледеобразование, термокарст.

Сезонное и многолетнее, площадное и локальное пучение. Механизмы образования бугров пучения. Модели процесса промерзания с учетом пучения. Приближенные методы оценки интенсивности пучения.

Влияние природных факторов на процессы морозобойного растрескивания. Цикличность и стадии развития процессов. Модели процессов.

Природа термокарста. Тепловые осадки оттаивающих пород. Количественный прогноз процесса.

Абразивные и водобалансовые процессы в криолитозоне: термоабразия, термоэрозия. Связь с другими процессами. Природные факторы, влияющие на динамику процессов. Количественная оценка термоабразии.

Гравитационные процессы в криолитозоне: солифлюкция, оползни, курумообразование. Механизм и закономерности процессов.

### **Содержание практических занятий**

1. Закономерности формирования и развития толщ мерзлых пород.
2. Основные положения методики количественного геокриологического прогноза.
3. Криогенные геологические процессы.

При реализации программы дисциплины Динамическая геокриология используются различные образовательные технологии. Во время аудиторных занятий (65 часов) занятия проводятся в виде:

- лекций с использованием ПК и компьютерного проектора (39 часов);
- практических занятий с использованием программируемых калькуляторов и ПК в специально оборудованных классах (26 часов).

Самостоятельная работа студентов (115 часов) подразумевает работу под руководством преподавателя в компьютерном классе кафедры, самостоятельные занятия в библиотеке Геологического факультета МГУ.

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

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

В течение преподавания курса Динамическая геокриология в качестве форм текущего контроля успеваемости студентов используются такие формы, как 2 коллоквиума и проверка выполнения всех учебных задач в форме промежуточных зачетов.

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

##### ***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Динамическая геокриология как одно из ведущих направлений в геокриологии.
2. Временная и пространственная изменчивость температуры воздуха у поверхности Земли. Тепловой баланс поверхности Земли.
3. Динамика температурного режима в слое годовых колебаний температур.
4. Динамика глубин сезонного промерзания и сезонного оттаивания под влиянием короткопериодных колебаний климата.
5. Динамика температурного поля в многолетнемерзлых толщах ниже слоя с годовыми колебаниями температур. Влияние длиннопериодных колебаний климата на положение верхней и нижней границы ММТ.
6. Механизм и количественное описание процессов тепло- и массопереноса в мерзлых, талых и промерзающих породах. Учет анизотропности, слоистости и трещиноватости массивов.
7. Виды уравнений переноса в скальных, дисперсных и крупнообломочных породах. Краевые условия и их вид. Методы решения задач тепло-массопереноса.

8. Подземный теплообмен и температурный режим пород, природные факторы, влияющие на формирование температурных полей различного типа в массивах горных пород.

9. Математическое описание стационарного одномерного температурного поля в однородном и многослойном массивах пород. Определение времени установления стационарного температурного режима после изменений условий на поверхности.

10. Оценка пространственной конфигурации многолетнемерзлых толщ при переменных в плане верхних граничных условиях, наличии выраженного рельефа, неоднородном литологическом строении массива горных пород.

11. Количественная оценка условий формирования и морфологических особенностей таликов различных категорий в криолитозоне.

12. Формулировка задач промерзания-оттаивания для грубо - и тонкодисперсных пород. Постановка и решение классической задачи промерзания-оттаивания (задачи Стефана).

13. Квазистационарные приближения решений задачи Стефана.

14. Подходы к решению задачи промерзания – оттаивания с учетом массопереноса и замерзания почвенной влаги в спектре температур.

15. Влияние процессов конвективного теплопереноса в различных элементах геокриологического разреза и методы количественной оценки этого влияния. Специфика промерзания-оттаивания засоленных пород и сопутствующие эффекты.

16. Учет теплообмена между верхними слоями пород и приземным слоем воздуха для определения хода температур на поверхности пород. Влияние теплоизолирующих покровов на поверхности пород (снежного, растительного, техногенного) на сезонное промерзание (оттаивание) и среднегодовую температуру пород.

17. Виды и природа температурной сдвижки в сезоннокриогенном слое.

18. Приближенные формулы оценки мощности слоя сезонного промерзания (оттаивания). Методика аналитического расчета среднегодовой температуры пород при наличии различных покровов на поверхности и ее практическое применение.

19. Классификация процессов и явлений. Парагенезис процессов. Прогнозные оценки динамики процессов.

20. Сезонное и многолетнее, площадное и локальное пучение. Механизмы образования бугров пучения. Модели процесса промерзания с учетом пучения. Приближенные методы оценки интенсивности пучения.

21. Влияние природных факторов на процессы морозобойного растрескивания. Цикличность и стадии развития процессов. Модель процесса.

22. Природа термокарста. Тепловые осадки оттаивающих пород. Количественный условий и прогноз развития процесса термокарста.

23. Термоабразия, термоэрозия. Природные факторы, влияющие на динамику процессов. Подходы к количественной оценке термоабразии.

24. Гравитационные процессы в криолитозоне: солифлюкция, оползни, курумообразование. Оценка условий развития солифлюкционного движения материала..

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

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Принципы постановки и реализации задач прогнозирования для общей и инженерной	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания



геокриологии				
Умения: грамотно анализировать реальные природные условия и разрабатывать модели для количественных оценок в общей и инженерной геокриологии	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы не принципиального характера	Успешное умение
Владения: навыками приближенных (инженерных) количественных оценок геокриологических процессов.	Навыки владения методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки	Владение методами, использование их для решения поставленных задач.

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень литературы.

1. Гарагуля Л.С. Методика прогнозной оценки антропогенных изменений мерзлотных условий. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.

2. Гречищев С.Е., Чистотинов Л.В., Шур Ю.Л. Основы моделирования криогенных физико-геологических процессов. М.: Наука, 1984.

3. Ершов Э.Д. Общая геокриология. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2002.

4. Основы геокриологии, ч.4, Динамическая геокриология. /Под ред. Ершова Э.Д. Изд-во Моск. Ун-та, 2001,

5. Методы геокриологических исследований. / Под ред. Ершова Э.Д. Изд-во Моск. Ун-та, 2004,

6. Романовский Н.Н. Основы криогенеза литосферы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.

### Б) Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются: аудитории геологического факультета и классы кафедры геокриологии, библиотека геологического факультета МГУ.

Для практических занятий требуется аудитория, рассчитанная на группу 10-15 учащихся, оборудованная компьютерами, проектором и экраном.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель** – Булдович С.Н.

**11. Автор программы** – Булдович С.Н.