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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Механика и реология почв

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

Физика, мелиорация и эрозия почв

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

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 06.04.02 Почвоведение программы *магистратуры*

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол № 1370).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** *относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения*

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
перечень освоенных дисциплин
Высшая математика
Физика
Общая химия,
Органическая химия
Аналитическая химия
Физическая химия
Коллоидная химия
Геология
Геоморфология
Минералогия
Физика почв
Химия почв

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
М-СПК-1.	М-СПК-1.1.	Уметь решать вопросы рационального природопользования и почвенно-ландшафтного проектирования, используя знания по
	М-СПК-1.2.	Уметь решать вопросы почвенно-ландшафтного проектирования, используя знания по механике и реологии почв

4. **Объем дисциплины** 2 з.е.**,** в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Вид работы		**Всего**
Введение.	2		1			1	Анализ литературы		1
Тема 1. Почва как полидисперсное тело.	4		3			3	Анализ литературы		1
Тема1. Определение понятий механики и реологии	12		6			6	Анализ литературы		6
Тема 2. Методы определений реологических свойств почв	14		8			8	Анализ литературы, подготовка к тестированию		6
Форма текущей аттестации по разделу –	Тестирование								
Тема 3. Зависимость реологических моделей	12		6			6	Анализ литературы		6

от содержания влаги									
Тема 4. Напряжения и деформации в почвах	12		6			6	Анализ литературы, подготовка к тестированию		6
Форма текущей аттестации по разделу –	Тестирование								
Тема5. Компрессионные свойства почв	6		2			2	Анализ литературы		4
Тема 6. Виды деформаций грунтов	9.65		4			4	Анализ литературы, подготовка к зачету.		5.65
Промежуточная аттестация	зачет						0.35		
Итого:	72	36					36		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Введение. Содержание, методы, задачи и области применения механики и реологии почв. Взаимосвязь с почвоведением, агрофизикой, инженерной геологией, мелиорацией, экологией. Основные этапы становления механики и реологии почв как самостоятельной научной дисциплины в области почвоведения.

Тема 1. Почва как дисперсное, гетерогенное, многофазное природное тело. Соотношение твердой, жидкой и газообразной фаз. Характеристики дисперсной фазы: линейные размеры частиц и удельная поверхность. Размеры коллоидных частиц. Двойной электрический слой. Поверхностная энергия. Зависимость удельной поверхности системы от размера частиц. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия. Зависимость поверхностной энергии от размера частиц. Теория ДФЛО. Силы притяжения и отталкивания между частицами. Форма частиц. Типы межчастичных контактов.
Коагуляционные, конденсационно-кристаллизационные. Типы дисперсных структур.
Коагуляционные структуры. Свойства коагуляционных структур. Факторы, влияющие на образование коагуляционных структур. Явления реопексии, тиксотропии, дилатансии.
Конденсационные структуры. Свойства конденсационных структур.
Кристаллизационные структуры. Свойства кристаллизационных структур.

Тема 2. Определение понятий механики и реологии. Условность деления материалов на твердые и жидкие тела. Определения твердого, жидкого и пластичного тела. Время релаксации. Законы реологии. Деформация, упругая деформация, предел текучести, пластическое течение, вязкое течение. Идеальные законы реологии. Идеально упругое тело. Закон Гука. Идеально жидкое тело. Закон Ньютона. Идеально пластичное тело. Закон Ш.Кулона. Основные реологические модели, применяемые в почвоведении. Эффективная вязкость, структурная вязкость. Вязко-пластичное тело. Модель Бингама-Шведова. Упруго-вязкое тело. Модель Барджеса. Упруго-хрупкое тело. Модель Пойнтинга-Томпсона.

Тема 3. Методы определения реологических свойств. Метод прямого сдвига. Метод погружаемого конуса. Метод крутильных колебаний. Метод ротационного вискозиметра. Кривые течения. Полная реологическая кривая. Определение типов дисперсных структур по кривым течения. Классификации типов дисперсных структур по Ребиндеру, по Фуксу. Реометрия. Метод амплитудной развертки. Теоретические аспекты метода амплитудной развертки на реометре MCR-302. Реологические характеристики – модуль упругости, модуль потерь, диапазон линейной вязкоупругости, точка разрушения структуры.

Тема 4. Зависимость реологических моделей от содержания влаги. Константы Аттерберга. Предел текучести. Предел пластичности. Методы определения. Взаимосвязь реологических состояний с основной гидрофизической характеристикой. Основная гидрофизическая характеристика. Области перехода различных категорий влаги. Кривые сушки. Формы связи влаги с материалом. Физико-химическая связь а) адсорбционная б) осмотическая. Свойства связанной воды. Теплота смачивания. Физико-механическая связь

жидкости с материалом. Энергия связи влаги с коллоидными капиллярнопористыми телами. Кинетика процесса сушки. Метод определения кинетики процесса сушки.

Тема 5. Напряжения и деформации в почвах. Виды напряжений и деформаций в грунтах. Связь между напряжениями и деформациями в грунтах. Сопротивление сдвигу. Сопротивление сдвигу глинистых грунтов с природными структурными связями. Влияние плотности на сопротивление сдвигу глин. Влияние физико-химических факторов на сопротивление глин сдвигу. Методы измерения структурно-механических свойств. Конический пластометр Ребиндера. Определение прочности почвенной пасты на ручном пенетрометре. Полевые методы измерения прочности. Уплотнение и консолидация почв. Уплотнение почв под влиянием антропогенных факторов. Разуплотнение почв.

Набухание и усадка почв. Осмотическая теория набухания почв. Набухающие (слитые, вертисоли, солонцы) почвы, влияние гранулометрического и минералогического составов, состава почвенного поглощающего комплекса**.**

Тема 6. Компрессионные свойства почв. Коэффициент пористости. Методы измерения компрессии. Одометры. Компрессионные кривые. Коэффициент сжимаемости. Зависимость сжимаемости от различных свойств грунтов (почв).

Тема 7. Виды деформаций грунтов. Просадочность. Факторы, характеризующие процесс просадки. Меры борьбы с просадками. Бугры пучения. Солифлюкция. Термокарст. Плывуны. Склоновые и карстово-суффозионные процессы.
Оползни. Элементы оползня. Основные виды оползней. Медленные смещения, быстрые смещения. Коэффициент запаса устойчивости. Меры борьбы с оползнями.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**
1. Какие типы структур дисперсных тел можно определить по виду реологических кривых?
2. Какие параметры реологической кривой являются количественным выражением прочности структурных связей?
3. Почему образуются слабые коагуляционные связи?
4. Чем отличаются реальные модели реологического поведения от идеальных?
5. Почему по изгибам кривой сушки можно определить различные формы связи влаги с твердой фазой почв?
6. Какие свойства почв могут оказывать влияние на форму кривой сушки?
7. Как связаны реологические характеристики с основной гидрофизической характеристикой?
8. Можно ли по компрессионной кривой оценить устойчивость почвенной структуры?

Примеры тем рефератов, презентаций, докладов:
Особенности почвы как природного физического тела. Определение почвы, как полидисперсного, гетерогенного, структурированного природного тела.
2. Реология почв. Основные законы и реологические модели.

3. Реологический подход к оценке почвенного структурообразования
4. Методы определения набухания почв. Зависимость набухания от различных свойств почв. Использование величины набухания почв.
5. Пределы пластичности и текучести. Свойства почвы, определяющие величину пластичности.
6.Взаимосвязь физико-механических свойств почв и основной гидрофизической характеристики.
7. Кривые течения. Определения типов структур по кривым течения.
8. Методы определения прочностных характеристик почв.
9. Набухание и усадка почвы.
10. Деформации сдвига и сжатия. Оползни и просадки.
11. Типы связей и структур межчастичного взаимодействия.

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Почва как полидисперсная система. Двойной электрический слой. Поверхностная энергия. Теория ДФЛО. Типы межчастичных контактов.Типы и свойства дисперсных структур.
2. Идеальные реологические законы (закон Гука, закон Ньютона, закон Кулона). Основные реологические модели, применяемые к почве (модель Бингама-Шведова, модель Барджеса, модель Пойнтинга-Томпсона).
3. Взаимосвязь реологических состояний с основной гидрофизической (области перехода различных категорий влаги и соответствие их реологическим моделям поведения почв).
4. Виды напряжений и деформации почв. Упругая и пластическая деформация почв. Сопротивление сдвигу. Компрессионные кривые. Основной закон компрессии. Коэффициент уплотнения или сжимаемости. Плотность и порозность почв как деформационные показатели.
5. Полевые и лабораторные методы получения реологических характеристик почв (вискозиметрия, реометрия).

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

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания *(вид оценочных средств: устный зачет)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы
  А.Д. Воронин Структурно-функциональная гидрофизика почв, 1984, Изд-во МГУ
  Е.В. Шеин Курс физики почв. 2005 , Изд-во Моск.Ун-та
  А.С.Манучаров, Г.В.Харитонова, Е.В.Шеин Реология в почвоведении, 2013, Изд-во «Университетская книга»
  Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина Коллоидная химия М., Изд-во «Высшая школа». 2004
  В.Т.Трофимов, В.А.Королев и др. Грунтоведение, М.Изд-во Моск. Ун-та, 2005
  Г. Шрамм Основы практической реологии и реометрии, 2003, Изд-во «Колос»
- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технической базы: аудитория, ПК, экран, проектор, доска

10. **Язык преподавания:**
Русский
11. **Преподаватель (преподаватели):**
ФИО Хайдапова Долгор Доржиевна
Должность - доцент
Ученая степень – кандидат биологических наук, 1990.
Ученое звание - доцент/с.н.с. по специальности № Агропочвоведение,агрофизика, 2004.

12. **Разработчики программы:**
ФИО Хайдапова Долгор Доржиевна
Должность - доцент
Ученая степень – кандидат биологических наук, 1990.
Ученое звание - доцент/с.н.с. по специальности № Агропочвоведение,агрофизика, 2004.

13. **Краткая аннотация дисциплины:**
Физико-механические и реологические свойства почв являются основными свойствами почв, характеризующими почву как физическую среду обитания растений. В курсе рассматриваются вопросы образования различных межчастичных контактов и типов структур. На основании идеальных законов реологии курс знакомит обучающихся с основными реологическими моделями, применяемыми в почвоведении. Анализируются

зависимости реологического поведения почв от влажности, гранулометрического, минералогического и органического составов. Студенты знакомятся с традиционными методами определения физико-механических, реологических свойств и с современными методами реометрии. Рассматриваются виды напряжений и деформаций в почвах, компрессионные свойства.