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:

Статистические методы в почвенно-агрофизических исследованиях

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

_____

Форма обучения: очная

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

Москва 2021

На обратной стороне титула:

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 2022 года (протокол № 1370).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть ОПОП, дисциплина по выбору

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
-Высшая математика
-Физика
-Математическая статистика
-Физика почв
-Агрофизика

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-2 **М-СПК-4**	М-СПК-2.1 М-СПК-4.1	Знать специализированные разделов физики, мелиорации, охраны почв, основы смежных дисциплин, почвенно-ландшафтных исследований. Способность применять на практике профессиональные знания и практические навыки при решении вопросов рационального природопользования, охраны почв и почвенно-ландшафтного проектирования (**М-СПК-2**); Владеть основами агрофизических подходов и методов, экологических и экономических принципов оценки почв и земель в целях рационального и устойчивого природопользования. Способность применять на практике знания и практические навыки при оценке почв, их агрофизической, экологической и экономической характеристике (**М-СПК-2**); Уметь применять современные методы

		математической и статистической обработки, анализа и синтеза полевых и лабораторных данных, проведения прогнозных расчетов, составления тематических карт состояния почвенного покрова; способность применять эти навыки при проведении почвенно-агрофизических и почвенно-мелиоративных изысканий, эколого-экономической оценки деградации почв и земель, проектировании почвозащитных мероприятий (**М-СПК-4**); ***Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):*** После успешного прохождения теоретического курса и проведенных самостоятельных работ студент должен: Знать основные принципы интерполяции данных, как правильно организовать эксперимент, основные методы построения ПТФ и принципы организации баз данных физических свойств почв. Понимать как грамотно поставить эксперимент и какие методы обработки можно применить к полученным экспериментальным данным. Уметь применять полученные знания для анализа экспериментальных данных

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** __очная

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**			**Всего**
Тема 1 Неоднородность почвенных свойств и методы ее описания	8		4				анализ литературы, освоение программного обеспечения	4	
Тема 2. Теория планирования эксперимента	8		4					4	
Тема 3. Принципы геостатистического анализа, семивариограмма, ее основные характеристики и формы.	12		6					6	

Тема 4. Различные методы интерполяции данных	8		4					4	
Тема 5. Методы аппроксимации ОГХ и функции влагопроводности почв	8		4					4	
Тема 6. Организация почвенной информации в базах данных.	8		4					4	
Тема 7. Автоматизация и разработка программ для обработки больших и массивов экспериментальных данных и режимных наблюдений	8		4					4	
Тема 8. Педотрансферные функции в почвоведении.	12		6					6	
Промежуточная аттестация_____	зачет								
Итого:	72								

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Тема 1. Неоднородность почвенных свойств и методы ее описания. Понятие и виды неоднородности почвенных свойств (пространственная и временная). Выделение различных уровней неоднородности. Характеристики варьирования почвенных свойств, влияние формы и размера объектов на величину неоднородности. Расчеты, анализ и оценка всех возможных характеристик варьирования для экспериментальных данных

Тема 2. Теория планирования эксперимента. Основные цели планирования эксперимента. Разбор всех этапов планирования эксперимента (1 – установление цели эксперимента, 2 – уточнение условий проведения эксперимента, 3 – выявление и выбор входных и выходных параметров, 4 – установление потребной точности результатов измерений, 5 – составление плана и проведение эксперимента, 6 – статистическая обработка результатов эксперимента, 7 – объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию, уточнению методики проведения эксперимента). Определение понятия – целевая функция. Разбор плана на конкретных примерах. Составление плана эксперимента по своей научной работе.

Тема 3. Принципы геостатистического анализа, семивариограмма, ее основные характеристики и формы. Определение терминов геостатистика, пространственная переменная и случайная функция. Стационарность первого, второго порядка, понятие внутренней гипотезы. Принцип расчета семивариограммы и ее анализ, основные, «крайние» типы семивариограмм. Расчет и построение семивариограммы по своим данным в программах Excel и Golden Surfer.

Тема 4. Различные методы интерполяции данных. Различные методы создания функциональных поверхностей. Интерполяторы точные и сглаживающие. Детерминистские и геостатистические методы интерполяции. Обзор некоторых, наиболее распространенных в практике ландшафтных исследований, способов интерполяции: 1 – метод тренда, 2 – метод взвешенных расстояний (IDW), 3 – метод радиальных базисных функций (Radial basis functions, RBF), 4 – геостатистический метод, кригинг. Типы кригинга: простой, индикаторный и вероятностный кригинги ординарный. Построение карт (функциональных поверхностей) по своим данным в программе Golden Surfer различными способами интерполяции.

Тема 5. Методы аппроксимации основной гидрофизической характеристики (ОГХ) и функции влагопроводности почв. Рассмотрение механизмов аппроксимации для конкретной экспериментальной выборки данных. Основные виды функций. Методы подбора параметров аппроксимации. Оценка ошибок аппроксимации. Оценка лучшей модели по критерию Вильямса-Клюта. Подбор параметров аппроксимации ОГХ в уравнении ван Генухтена по критерию Нэша-Сатклиффа и функции влагопроводности по критерию Тейла. Подбор функций для описания ОГХ. Подбор параметров аппроксимации уравнения ван Генухтена в Excel и проверка подбора параметров в программе Statistica. Оценка лучшей модели по критерию Вильямса-Клюта.

Тема 6. Организация почвенной информации в базах данных. Определение понятия базы данных. Роль баз данных при математическом моделировании и создании ГИС-проектов. Организация табличных баз данных в программе MS Excel. Организация почвенных баз данных в системе управления баз данными MS Access. Основные отличия баз данных Excel и Access. Особенности организации баз данных физических свойств и

почвенных режимов. Общие понятия об основных функциях в базе данных Excel. Структура базы данных физических свойств. Понятие выборки данных. Возможности структурированной, многотабличной базы данных. Виды отношений между таблицами. Связывание таблиц в схеме данных. Организация почвенной базы данных на примере базы данных физических свойств «UNSODA». Типы полей и ограничения по вводу данных. Основные принципы работы с базой данных. Организация экспериментальных данных в табличной базе данных. Получение достоверной выборки и применение статистических функций в программах Excel и Statistica.

Тема 7. Автоматизация и разработка программ для обработки больших и массивов экспериментальных данных и режимных наблюдений. Встроенный язык программирования VBA в программе Excel. Возможности пакетного преобразования файлов. Практическое применение макросов в программе Excel для упрощения процедур обработки данных температурных наблюдений и водного режима. Создание макросов для поиска наименьшей квадратичной ошибки при подборе параметров аппроксимации методом сканирования (сеточный метод). Создание макроса для классификации массива данных по степени засоления почв по электропроводности.

Тема 8. Педотрансферные функции в почвоведении. Педотрасферные функции (ПТФ): история возникновения, теоретическое обоснование и практическое использование. Основные задачи, решаемые методом ПТФ. Входные параметры для построения ПТФ. Основные типы ПТФ. Применение регрессионных уравнений для получения ПТФ (программа Statistica). Основные методы получения ПТФ. Нелинейные ПТФ. Метод множественной регрессии. Классификационные и регрессионные деревья. Нейронные сети, их возможности и недостатки. Метод группового учета аргументов (МГУА). Построение ПТФ по экспериментальным данным для разных выборок из базы данных в программе Statistica.

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

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

1. Уровни структурной организации в почве.
2. Различные уровни неоднородности в почве.
3. Величины характеристики варьирования почвенных свойств.
4. Что влияет на величину варьирования почвенных свойств.
5. Из каких этапов складывается планирование эксперимента.
6. Основные функциональные зависимости, используемые в естествознании
7. Как можно заранее рассчитать минимально необходимое число испытаний, чтобы получить результаты с требуемой точностью.
8. Что такое заданная статистическая надежность?
9. Что такое целевая функция?
10. Что является предметом анализа геостатистики?
11. Случайная функция в геостатистике.
12. Отличие пространственной переменной от классической статистики.
13. Функция автокорреляции.
14. Виды вариограмм.
15. Транзитивная вариограмма.
16. Принцип расчета вариограмм.

17. В чем заключается процесс интерполяции данных.
18. Виды интерполяторов.
19. Отличие детерминистских и геостатистических методов интерполяции данных.
20. Детерминистические методы интерполяции данных.
21. Геостатистические методы интерполяции данных.
22. В чем заключается процедура аппроксимации?
23. Погрешности аппроксимации. Относительная и абсолютная. Случайная и систематическая ошибка.
24. Перечислить основные задачи для оценки качества аппроксимации.
25. Детерминистические и стохастические методы подбора параметров аппроксимации
26. Сравнение параметров аппроксимации и выбор наилучшей функции с помощью критерия Вильямса-Клюта.
27. Сеточный метод подбора параметров аппроксимации
28. Что такое педотрансферные функции? Основные типы ПТФ.
29. Основные условия создания ПТФ. Входные данные ПТФ.
30. Методы построения ПТФ
31. В чем заключается метод наименьших квадратов.
32. Какие критерии можно использовать при подборе параметров аппроксимации?
33. В чем заключается принцип нейронных сетей?
34. В чем заключается метод классификационных и регрессионных деревьев
35. Какие основные принципы метода группового учета аргументов (МГУА)
36. Принципы организации специализированных баз данных физических свойств
37. Отличие табличных баз данных и реляционных баз данных

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

1. Уровни структурной организации в почве.
2. Различные уровни неоднородности в почве.
3. Величины характеристики варьирования почвенных свойств.
4. Что влияет на величину варьирования почвенных свойств.
5. Из каких этапов складывается планирование эксперимента.
6. Основные функциональные зависимости, используемые в естествознании
7. Как можно заранее рассчитать минимально необходимое число испытаний, чтобы получить результаты с требуемой точностью.
8. Что такое заданная статистическая надежность?
9. Что такое целевая функция?
10. Что является предметом анализа геостатистики?
11. Случайная функция в геостатистике.
12. Отличие пространственной переменной от классической статистики.
13. Функция автокорреляции.
14. Виды вариограмм.
15. Транзитивная вариограмма.
16. Принцип расчета вариограмм.
17. В чем заключается процесс интерполяции данных.
18. Виды интерполяторов.

19. Отличие детерминистских и геостатистических методов интерполяции данных.
20. Детерминистические методы интерполяции данных.
21. Геостатистические методы интерполяции данных.
22. В чем заключается процедура аппроксимации?
23. Погрешности аппроксимации. Относительная и абсолютная. Случайная и систематическая ошибка.
24. Перечислить основные задачи для оценки качества аппроксимации.
25. Детерминистические и стохастические методы подбора параметров аппроксимации
26. Сравнение параметров аппроксимации и выбор наилучшей функции с помощью критерия Вильямса-Клюта.
27. Сеточный метод подбора параметров аппроксимации
28. Что такое педотрансферные функции? Основные типы ПТФ.
29. Основные условия создания ПТФ. Входные данные ПТФ.
30. Методы построения ПТФ
31. В чем заключается метод наименьших квадратов.
32. Какие критерии можно использовать при подборе параметров аппроксимации?
33. В чем заключается принцип нейронных сетей?
34. В чем заключается метод классификационных и регрессионных деревьев
35. Какие основные принципы метода группового учета аргументов (МГУА)
36. Принципы организации специализированных баз данных физических свойств
37. Отличие табличных баз данных и реляционных баз данных

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	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутстви	В целом	В целом успешное,	Успешное и

	е умений	успешное, но не систематическо е умение	но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиальног о характера)	систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутстви е навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированны е навыки (владения), применяемые при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

Основная литература

Глаголев М.В. и др. Методы измерения газообмена на границе почва/атмосфера. Томск: ТГПУ. 2010. 104 с.

Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Либроком. 2010. 336 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 416 с.

Мешалкина Ю.Л. и др. Геостатистика в почвоведении и экологии. М.: РГАУ-МСХА. 2010. 95 с.

Теория и методы физики почв. Под. ред. Е.В. Шеина и Л.В. Карпачевского. М.: Гриф и К. 2007. 616 с.

Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств. М.: ЛКИ. 2008 156 с.

Шеин Е.В. Физика почв М.: Изд-во Моск. Ун-та. 2005 432 с.

Шеин Е.В., Рыжова И.М. Математическое моделирование в почвоведении. М.: «ИП Маракушев А.Б.». 2016. 377 с.

Дополнительная литература

Кошелев В.Е. Access 2003. Практическое руководство. М.: Бином-Пресс. 2008. 464 с.

Попов А.А. Excel: практическое руководство. М.: МГУТА. 2007. 301 с.

Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. Editors: Y. Pachepsky, W.J. Rawls. Amsterdam: Elsevier. V. 30. 2004. 542 с.

Johnston et al. ArcCatalog. Руководство пользователя. USA: ESRI. 2001. 265 с.

А. Помещения:
– поточная аудитория на 15-20 человек
– компьютерный класс на 10-15 человек
Б. Оборудование:
– проектор, компьютер, выход в Интернет
В. Иные материалы:

10. **Язык преподавания:**
русский
11. **Преподаватели:**
Фаустова Екатерина Валерьевна
старший преп.
к.б.н.,

Дембовецкий Александр Владиславович
Должность старший научный сотрудник
Ученая степень кбн

12. **Разработчики программы:**
Фаустова Екатерина Валерьевна
старший преп.
к.б.н.,

Дембовецкий Александр Владиславович
Должность старший научный сотрудник
Ученая степень кбн

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Курс направлен на изучение неоднородности почв на разных уровнях с помощью методов статистического анализа пространственно распределенных данных. Большое внимание уделено вопросам построения и расчета семивариограмм, подбору методов интерполяции данных. Курс также направлен на изучение различных методов аппроксимации экспериментальных данных, основной гидрофизической характеристики, функции ненасыщенной гидравлической проводимости, построению и разработке педотрансферных функций в почвоведении. В курсе рассматриваются проблемы планирования полевых опытов, получения, автоматической обработки и правильной организации почвенной информации, физических свойств и режимов в базах данных.