

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
член-корр. РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Статистические методы в ландшафтоведении»**

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки:**  
**05.04.02 «География»**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**«Физическая география и ландшафтоведение»**

**Форма обучения:**  
**Очная**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

---

*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(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 «География» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

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

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована без разрешения факультета.*

1. **Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП** — относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору
2. **Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:** базируется на знаниях по дисциплинам: «Математика», «Прикладная математика», «Ландшафтоведение»
3. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников**

<b>Компетенции выпускников (коды)</b>	<b>Индикаторы (показатели) достижения компетенций</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями</b>
<p style="text-align: center;"><b>СПК-2.М</b></p> <p>Владеет теоретическими знаниями и методами изучения потоков вещества, энергии и информации в ландшафте, методами пространственного анализа, моделирования процессов и структуры ландшафта и способен применять их на практике</p>	<p>Знает и использует методы изучения потоков вещества, энергии и информации в ландшафте.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• сферу применения статистических методов в ландшафтоведении</li> <li>• ограничения каждого статистического метода</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать адекватный задаче и типу данных статистический метод анализа данных</li> <li>• разрабатывать алгоритм исследования данных</li> <li>• интерпретировать результаты статистического анализа</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами корреляционного, дисперсионного, регрессионного, канонического, кластерного, дискриминантного, факторного анализа, анализа временных рядов</li> </ul>

4. **Объем дисциплины (модуля)** 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** не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

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

<b>Наименование и краткое</b>	<b>Всего (часы)</b>	<b>В том числе</b>	
		<b>Контактная работа</b>	<b>Самостоятельная</b>

содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		(работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>			работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Работа с литературой	Всего
Тема 1. Сфера применения статистических методов анализа данных в ландшафтоведении	<b>10</b>	2	2	<b>4</b>	6	<b>6</b>
Текущая аттестация № 1: контрольная работа	<b>1</b>		1	<b>1</b>		
Тема 2. Первичный графический анализ данных и базовые статистики	<b>14</b>	4	4	<b>8</b>	6	<b>6</b>
Текущая аттестация № 2: контрольная работа	<b>1</b>		1	<b>1</b>		
Тема 3. Виды статистических методов	<b>44</b>	12	8	<b>20</b>	21	<b>21</b>
Текущая аттестация № 3: контрольная работа	<b>2</b>		2	<b>2</b>		
Промежуточная аттестация		<b>Устный зачет</b>			<b>3</b>	
Итого	<b>72</b>	18	18	<b>36</b>	36	<b>36</b>

*Содержание лекций*

**Тема 1. Сфера применения статистических методов анализа данных в ландшафтоведении.**

Математическая статистика как метод решения задач ландшафтоведения и ландшафтной экологии. Детерминированные и вероятностные отношения в ландшафте. Процедура проверки статистической гипотезы и ее связь с проверкой ландшафтно-

географических гипотез. Оценка достоверности результатов. Требования к исходным данным. Основные типы поисковых задач: анализ связей, классификация, снижение размерности. Статистические программы. Подготовка географических данных к анализу. Особенности географических данных с точки зрения статистической обработки. Требования к типу распределения данных. Способы приведения данных к нормальному распределению.

### **Тема 2. Первичный графический анализ данных и базовые статистики.**

Способы визуализации данных. Визуальный анализ типов связей между переменными. Ландшафтный смысл линейных, экспоненциальных, параболических и других нелинейных видов связи. Анализ диапазонов значений функции в разных интервалах значений аргумента. Описательные статистики и их информативность. Алгоритм выбора методов в зависимости от типа и распределения данных.

### **Тема 3. Виды статистических методов**

Типы задач при анализе связей. Параметрические и непараметрические корреляции и условия их применения. Дисперсионный анализ и его непараметрические аналоги для исследования отклика свойств ландшафта на категоризованные состояния фактора. Кросстабуляция. Мультирегрессионный анализ как способ анализа совместного влияния нескольких факторов на исследуемое свойство. Регрессия поверхности отклика. Кусочная регрессия. Ландшафтная интерпретация коэффициентов регрессии и детерминации. Неаддитивные взаимодействия. Оценка вклада нелинейной составляющей связи. Географически взвешенная регрессия. Канонические корреляции как способ анализа связи между группами количественных переменных. Дискриминантный анализ. Разновидности кластерного анализа. Метод главных компонент. Многомерное шкалирование. Анализ временных рядов.

#### *Содержание семинаров*

1. Исследование таблицы данных и выделение типов переменных и проверка количественных данных на нормальность распределения.
2. Расчет описательных статистик по таблице данных, анализ принадлежности выборки к одной генеральной совокупности и выдвижение гипотез о типе распределения данных и причинах отклонения от нормального распределения.
3. Обоснование выбора допустимых методов статистического анализа и подбор адекватных способов графического изображения по результатам первичного исследования данных.
4. Корреляционный анализ связи переменных и распознавание признаков некорректности применения параметрических методов.
5. Проверка значимости геоморфологических классов для объяснения варьирования свойств почв и фитоценозов методом дисперсионного анализа.
6. Построение и сравнение качества линейных и нелинейных регрессионных уравнений.
7. Составление таблицы значимости связей между ярусами фитоценоза, свойствами почв и рельефа по результатам расчета канонических корреляций.
8. Распознавание классов почв по серии континуальных характеристик фитоценоза методом дискриминантного анализа.
9. Снижение размерности данных о фитоценозе и почвах, ранжирование и смысловая интерпретация факторов дифференциации.
10. Классификация растительного покрова по многолетней серии данных о фитомассе.
11. Оценка сопряженности свойств рельефа, почв и фитоценозов методом канонического анализа.

*Примерные вопросы для контрольных работ*

1. Понятие генеральной совокупности и выборки
2. Описательные статистики
3. Стратегии работы с данными в зависимости от принадлежности выборки к тому или иному распределению
4. Распределения, связанные с нормальным и используемые для принятия решений (хи-квадрат, Стьюдента, Фишера)
5. Основы проверки статистических гипотез.
6. Проверка гипотезы нормальности выборки.
7. Визуальные методы оценки принадлежности распределения к нормальному
8. Проверка гипотезы о тождественности параметров двух независимых выборок при допущении, что обе выборки нормальны
9. Непараметрические критерии проверки гипотез
10. Одномерный дисперсионный анализ
11. Непараметрический однофакторный анализ Краскла, медианный тест
12. Представление о многомерном пространстве
13. Коэффициент корреляции Пирсона. Ошибка коэффициента корреляции.
14. Непараметрические коэффициенты корреляции
15. Модель линейного регрессионного анализа. Простая линейная регрессия
16. Многомерный регрессионный анализ
17. Методы прямого и обратного пошагового выбора
18. Анализ качества результатов регрессионного анализа

*Примерный перечень вопросов к устному зачету*

1. Основные задачи, решаемые статистическими методами.
2. Описательные статистики: среднее, мода, медиана, квартиль, стандартное отклонение, дисперсия, асимметрия, эксцесс
3. Нормальное распределение и его свойства
4. Стратегии работы с данными в зависимости от принадлежности выборки к тому или иному распределению
5. Основы проверки статистических гипотез.
6. Визуальные методы оценки принадлежности распределения к нормальному
7. Проверка гипотезы о тождественности параметров двух независимых выборок при допущении, что обе выборки нормальны
8. Непараметрические критерии проверки гипотез
9. Одномерный дисперсионный анализ
10. Непараметрический однофакторный анализ Краскла, медианный тест
11. Коэффициент корреляции Пирсона и его непараметрические аналоги
12. Многомерный регрессионный анализ
13. Методы прямого и обратного пошагового выбора
14. Анализ качества результатов регрессионного анализа
15. Задачи кластерного анализа
16. Задачи дискриминантного анализа
17. Задачи факторного анализа
18. Многомерное шкалирование
19. Канонические корреляции.
20. Анализ временных рядов.

**Шкала и критерии оценивания**

**Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины – *устный зачет*

Оценка РО исоответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

## 8. Ресурсное обеспечение:

### Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия, 2004. 416 с.

#### Дополнительная литература

Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. М.: Недра, 1990. Т.1. 319 с. Т.2. 427 с.

Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 328 с.

Боровиков В. П., Боровиков И. П. STATISTICA Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М.: Информационно-издательский дом ФИЛИНЪ, 1997, 592 с.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем - реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)  
[www.statsoft.ru](http://www.statsoft.ru) Электронный учебник статистики
- Описание материально-технической базы  
Учебная аудитория с мультимедийным проектором  
Персональные компьютеры

## 9. Язык преподавания: русский

10. **Преподаватель:** Ответственный за курс — Хорошев Александр Владимирович, профессор; преподаватель – Мерекалова Ксения Алексеевна, младший научный сотрудник

**11. Разработчики программы:** Хорошев Александр Владимирович, профессор;  
Мерекалова Ксения Алексеевна, младший научный сотрудник