

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор

Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Математические методы в почвоведении**

по направлению подготовки

**06.03.02 Почвоведение**

Направленность (профиль) подготовки:

**Генезис и эволюция почв**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П. Кулижский

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен использовать в профессиональной деятельности теоретические и практические основы фундаментальных дисциплин почвоведения.

ОПК-5 Способен применять методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, навыки работы с современным оборудованием в профессиональной сфере;

ОПК-6 Способен осуществлять в профессиональной деятельности анализ экспериментальных данных, выявлять имеющиеся связи и закономерности..

ПК-1 Способен осуществлять процедуру экологического контроля (мониторинга) состояния компонентов окружающей среды.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.2 Анализирует и объясняет взаимосвязи между количественными параметрами свойств почв на основе экспериментальных исследований и данных других источников

ИОПК-5.1 Использует разнообразные методы сбора и обработки полевой и лабораторной информации

ИОПК-5.2 Систематизирует полученную в полевых и лабораторных условиях информацию, представляет результаты

ИОПК-6.1 Анализирует экспериментальные данные при выполнении НИР

ИОПК-6.2 Выявляет связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных

ИПК-1.3 Владеет методами обработки результатов контроля состояния компонентов окружающей среды; применяет нормативно-правовую документацию в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ)

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать основы математической статистики и способы обработки экспериментальных данных;

– Уметь применять методы математической статистики при обработке массивов данных;

– Уметь выявлять связи и закономерности почвенными свойствами и процессами;

– Уметь систематизировать данные, полученные при выполнении НИР;

– Уметь представлять результаты статистической обработки данных.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Третий семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: почвоведение, информатика, математика.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-лабораторные: 44 ч.

-семинар: 54 ч.

в том числе практическая подготовка: 44 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Математические методы и их значение в почвенных и агрохимических исследованиях. Различные способы планирования эксперимента. Требования, предъявляемые к фактическому материалу, обрабатываемому методами математического анализа.

Тема 2. Понятия об испытаниях, событиях, величинах, совокупностях

Величины случайные и детерминированные. Общие и второстепенные условия проведения испытаний. Объект исследования. Физическая совокупность и ее компоненты. Статистическая совокупность. Генеральные совокупности. Объем совокупностей. Математическое ожидание и его свойства. Многомерные случайные величины. Случайная величина как математическая модель.

Тема 3. Выборки и группировка

Репрезентативность выборки и рандомизация. Значение рандомизации. Механический отбор. Таблица случайных чисел и ее использование. Группировка и ряды распределения. Группировка качественных и порядковых признаков. Классы количественных признаков. Графическое представление распределений.

Тема 4. Вероятность и параметры распределений

Вероятность. Невозможные, достоверные, несовместимые события. Пересекающиеся события. Независимость событий. Закон распределения. Распределение дискретных величин. Кривая распределения непрерывных величин. Плотность вероятности. Интеграл вероятности. Мода. Медиана. Среднее арифметическое. Свойства среднего. Дисперсия. Стандартизованное отклонение, коэффициент вариации.

Тема 5. Выборочные оценки и ошибки репрезентативности

Константы и их оценки. Оценка моды. Оценка медианы. Оценка среднего арифметического. Методы характеристики варьирования. Оценка дисперсии и стандарта. Оценка дисперсии и стандарта. Статистические оценки при объединении выборок. Усреднение оценок дисперсий. Оценка коэффициента вариации. Ошибка среднего. Ошибки других оценок. Ошибки функций от случайных величин. Качество оценок. Оценки коэффициентов асимметрии и эксцесса и их ошибки. Оценка доли и ее ошибка.

Тема 6. Законы распределения

Закон нормального распределения. Логнормальное распределение. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона.

Тема 7. Техника вычислений и представление результатов

Вычисление оценок по не сгруппированным данным. Вычисление оценок по сгруппированным данным. Вычисление оценок при добавлении или отбрасывании единичных значений. Представление результатов статистического анализа.

Тема 8. Статистические гипотезы и их проверка

Нулевая и альтернативная гипотезы. Критерии проверки гипотез. Доверительная вероятность и уровень значимости. Ошибки первого и второго родов.

Тема 9. Статистический анализ единичной выборки

Общие вопросы анализа выборки. Выбравка. Анализ вариации, асимметрии и эксцесса. Проверка нормальности распределения с помощью критерия Уилка-Шапиро. Проверка гипотезы о нормальности распределения с помощью Хи-квадрат. Доверительный интервал среднего. Гарантированные минимумы и максимумы среднего. Планирование объемов единичных выборок. Погрешности оценки среднего и смешанные образцы. Оценка интервала возможных значений признака. Анализ совокупности как смеси подсовкупностей. Анализ долей.

#### Тема 10. Анализ группы выборок

Общие особенности анализа. Сравнение дисперсий. Сравнение средних при одинаковых дисперсиях. Сравнение группы средних. Планирование численности выборок при сравнении средних. Сравнение средних при неравенстве дисперсий. Интерпретация результатов.

#### Тема 11. Дисперсионный анализ

Общие представления о дисперсионном анализе. Разложение суммы квадратов и дисперсии при дисперсионном анализе. Оценка степени влияния изучаемого фактора и доверительных интервалов. Условия применимости дисперсионного анализа и преобразования значений результативного признака. Иерархическая система дисперсионного анализа.

#### Тема 12. Корреляционный анализ

Виды связей и их представление. Коэффициент корреляции. Оценка значимости коэффициента корреляции. Величина коэффициента корреляции и его смысл. Техника вычислений коэффициента корреляции.

#### Тема 13. Регрессионный анализ

Понятия о регрессионном анализе. Прямолинейная регрессия. Значимость параметров линейной регрессии. Анализ криволинейных связей.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения практических работ и домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен проводится в третьем семестре на основании текущей успеваемости, а именно, если по результатам текущего контроля студент не имеет задолженностей, и набрал 60% от максимально-возможной суммы баллов, то ему может быть выставлена оценка, соответствующая текущей успеваемости: 60–70 % – «удовлетворительно»; 71–90 % – «хорошо»; более 90% - «отлично».

Формирование компетенций ИОПК-2.2, ИОПК-5.1, ИОПК-5.2, ИПК-1.3 отражается в процессе проведения семинарских занятий по темам: «Математические методы и их значение в почвенных и агрохимических исследованиях»; «Понятия об испытаниях, событиях, величинах, совокупностях», «Анализ совокупностей», «Корреляционный анализ», «Регрессионный анализ». Сформированность компетенций ИОПК-6.1, ИОПК-6.2. отражается в процессе выполнения практических работ по следующим темам: «Выборки и группировка»; «Рандомизация»; «Группировка»; «Графическое представление распределений»; «Константы среднего уровня»; «Константы вариабельности»; «Ошибки»; «Законы распределения»; «Выбравка»; «Вычисление оценок»; «Статистические гипотезы и их проверка»; «Дисперсионный анализ»; «Корреляционный анализ»; «Виды связей и их представление».

Проведение контрольных работ позволяет оценить сформированность ИОПК-5.1, ИОПК-5.2, ИПК-1.3.

Если порог в 60 % не преодолен, то студенту предлагается сдать экзамен в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей теоретической и практической. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представлена теоретическим вопросом, предполагающим развернутую форму ответа, и являются проверкой компетенций: ИОПК-2.2, ИОПК-5.1, ИПК-1.3.

Вторая часть представляет собой практическое задание, представленное набором некоторых данных, требующих статистической обработки с последующей формулировкой основных выводов. Выполнение практического задания позволяет оценить сформированность следующих компетенций: ИОПК-5.2, ИОПК-6.1, ИОПК-6.2.

#### Примерный перечень теоретических вопросов

1. Константы, характеризующие средний уровень случайной величины
2. Методы характеристики варьирования
3. Нормированное отклонение и способы использования
4. Доверительные интервалы и их применение
5. Достаточный или необходимый объем совокупности
6. Корреляция
7. Частный коэффициент корреляции
8. Графическое отображение совокупности
9. Генеральная совокупность
10. Основные отличия выборочного и генерального среднего
11. Множественная регрессия
12. Репрезентативность выборки
13. Сущность регрессионного анализа
14. Статистические гипотезы и их проверка
15. Нормальность распределения и способы проверки
16. Сущность критерия Колмагорова-Смирнова
17. Дисперсионный анализ, основы
18. Различия критериев Уилка-Шапиро и хи-квадрат, используемых для проверки нормальности распределений
19. Константы, отражающие степень вариабельности случайной величины
20. Выбраковка как статистическая задача
21. Рандомизация как прием математической статистики

#### Примеры задач:

##### Задача 1.

Дано: Содержание гумуса, найденное в двух повторностях в некоторой почве по горизонтам:

1) АУ-4,4; АЕЛ-2,3; ВЕЛ-2,5; ВТh-3; ВТ-1,0; ВС-0,3; С-0,2

2) АУ-4,7; АЕЛ-2,5; ВЕЛ-2,0; ВТh-3,2; ВТ-0,9; ВС-0,3; С-0,1

Задание: Вычислить среднюю оценку содержания гумуса в каждом горизонте, построить график распределения гумуса по профилю, выдвинуть предположение на основе содержания гумуса и названия горизонтов о названии типа почвы.

##### Задача 2.

Дано: выборки с набором некоторых физико-химических показателей в гумусовых горизонтах серых лесных почв.

Гидролитическая кислотность	Степень насыщенности основаниями
--------------------------------	--

2,5	87
2,6	87
4,9	81
7,3	64
2,9	87
11,7	34
3,7	87
7,5	73
6,5	71
14	38
3,3	77
10,1	71
7	78
8,7	83
10	68
10,5	67
7,3	81
5,6	84
3,6	91
1,7	96
5,6	87

Задание: провести корреляционный анализ с учетом проверки нормальности распределения и сделать вывод о наличии или отсутствии корреляционных связей представленных показателей, сделать проверку значимости коэффициента корреляции.

Задача 3.

Дано: pH элювиальных горизонтов дерново-подзолистых почв 3,3; 4,2; 4,1; 5,0; 3,9; 4,5; 3,5; 5,8; 4,3; 3,6; 4,9; 4,5; 4,3; 3,8; 5,2; 5,1

Задание: Построить интервальную таблицу частот с шириной интервала 0,2, построить гистограмму распределения.

Задача 4.

Дано: содержание оксалоэластического железа и значения гидролитической кислотности в торфяно-подзоле иллювиально-железистом.

Задание:  
корреляционный  
предложенных  
о связи этих

Торфяно-подзол	
Гидролит. Кислотность	Железо по Тамму
15,58	0,35
1,75	0,08
8,05	6
0,61	0,05
9,01	3,6
3,24	0,25
1,49	2,7
2,01	1,35
2,45	0,75

Произвести  
анализ зависимости  
показателей и сделать вывод  
показателей.

Оценка	Критерии оценки
неудовлетворительно	Ответ на обе части билета отсутствует или неверный
удовлетворительно	Неполный ответ на обе части билета, направление мысли верное, но не хватает теоретической и практической подготовки
хорошо	Полный ответ на один из вопросов, с неполным или не совсем точным ответом на второй вопрос или студент не может пояснить ход действий в практической части.
отлично	Полные, развернутые ответы на оба вопроса, студент может пояснить ход действий практической части.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=3623>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине:

- Выборки и группировка (4 часа)
- Графическое представление распределений (2 часа)
- Вероятность и параметры распределения (6 часов)
- Выборочные оценки и ошибки репрезентативности (4 часа)
- Законы распределения (4 часа)
- Техника вычислений и представление результатов анализа (6 часов)
- Статистические гипотезы и их проверка (4 часа)
- Статистический анализ единичной выборки (6 часов)
- Анализ группы выборок (4 часа)
- Дисперсионный анализ (4 часа)
- Корреляционный анализ (4 часа)
- Регрессионный анализ (4 часа)

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, представленных в рамках семинаров, подготовки к практическим занятиям и тестам.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / Е.А. Дмитриев. – М.: Из-во МГУ, 1995. – 320 с.

б) дополнительная литература:

- Атраментова Л.О. Статистические методы в биологии/ Л.О. Атраментова – Горловка, 2008. – 248 с.
- Балдин К. В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. – М.: Дашков и К, 2008. – 472 с.
- Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное

- пособие / В. Е. Гмурман. – М.: Высшее образование, 2009 – 478 с.
- Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь– М.: Физматлит, 2012. – 813 с.
- Павлов С.В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / С. В. Павлов. – М.: РИОР, 2010. – 186 с.
- Беили Н. Статистические методы в биологии / Н. Беили. – М. : Мир, 1963. – 271с.
- Бочаров М.К. Методы математической статистики в географии / М. К. Бочаров. – М. : Мысль, 1971. – 372 с.
- Беили Н. Статистические методы в биологии. М.: Мир. 1963. 271с.
- Бочаров М.К. Методы математической статистики в географии. М.:Мысль, 1971. – 372 с.
- Манучаров А.С. Сборник вопросов и задач по курсу основ математической статистики в почвоведении / А. С. Манучаров, Е. А. Дмитриев. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1976. – 47 с.
- Мятлев В. Д. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели: учебник для академического бакалавриата / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 321 с.
- Потапов Ю. В. Математическая статистика: учебное пособие / Ю. В. Потапов. – Томск, 2012. – 169 с.  
<https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000422159>
- Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко. — М.: Издательство Юрайт, 2018. – 183 с. – <https://chembaby.ru/wp-content/uploads/2016/02/Riznichenko.pdf>.
- Сидняев, Н. И. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для СПО / Н. И. Сидняев. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 219 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Основы статистики [Электронный ресурс] – URL:  
<https://stepik.org/course/76/promo>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000 . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Кулижский Сергей Павлович, д.б.н., профессор, зав. каф. почвоведения и экологии почв.

Крицков Иван Викторович, ассистент каф. почвоведения и экологии почв.