

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

Информационно-статистические методы в управлении земельными ресурсами

по направлению подготовки

06.03.02 Почвоведение

Направленность (профиль) подготовки:
Управление земельными ресурсами

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.П. Кулижский

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

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.

ПК-3 Способен проводить подготовительный, полевой и камеральный этапы агрохимического обследования.

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).

ИПК-3.1 Фиксирует процессы ухудшения состояния сельскохозяйственных земель, в том числе эрозии, переувлажнения, засоленности и других видов деградации.

2. Задачи освоения дисциплины

– Уметь использовать разнообразные методы сбора, обработки и систематизации результатов полевых и лабораторных исследований (ИОПК-5.1; ИОПК-5.2).

– Уметь систематизировать и анализировать экспериментальные данные и выявлять на их основе связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами (ИОПК-2.2; ИОПК-6.1; ИОПК-6.2).

– Владеть знаниями нормативно-правовой документации в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ) (ИПК-1.3).

– Владеть навыками фиксации процессов ухудшения состояния сельскохозяйственных земель, в том числе эрозии, переувлажнения, засоленности и других видов деградации (ИПК-3.1).

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

Восьмой семестр, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Почвоведение», «География почв», «Высшая математика», «Информатика», «Информационные технологии в землеустройстве и кадастре», «Современные информационные технологии».

6. Язык реализации

Русский.

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 18 ч.

-лабораторные: 16 ч.

-семинар: 16 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. Выбраковка. 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 подсовокупностей. 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. Текущий контроль по дисциплине.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекционных и семинарских занятий, устного собеседования и сдачи индивидуальных отчетов по лабораторным занятиям 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

Зачет складывается из *зачтено* за устное собеседование (по каждой лабораторной работе), *зачтено* за индивидуальные отчеты (по каждой лабораторной работе) и *зачтено* за доклад на семинарских занятиях.

Формирование ИОПК-2.2., ИОПК-5.1., ИОПК-5.2., ИОПК-6.1., ИОПК-6.2. отражается в практических работах №2-9.

ИПК-1.3. и ИПК-3.1. формируются в практической работе №1 и №9, соответственно.

Если получено хотя бы одно *не зачтено*, то студент сдает устный зачет по билетам. Билет содержит один теоретический и один практический вопрос, сдача которых отражает освоение студентом индикаторов **ИОПК-2.2.**, **ИОПК-5.1.**, **ИОПК-5.2.**, **ИОПК-6.1.**, **ИОПК-6.2.**, **ИПК-1.3.** и **ИПК-3.1.** Студенту дается несколько типов данных, из которых он должен выбрать подходящие к его практическому вопросу. Продолжительность зачета 1 час.

Вопросы к зачету по дисциплине «Информационно-статистические методы в управлении земельными ресурсами»:

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

Теоретические вопросы:

1. Параметрические критерии сравнения средних.
2. Непараметрические критерии сравнения средних: понятия и основные характеристики каждого.
3. Понятие р-уровня значимости. Ошибки первого и второго рода.

Практические вопросы:

1. Выполнить параметрический анализ сравнения средних для зависимых выборок.
2. Выполнить непараметрический анализ сравнения средних двух независимых групп.
3. Выполнить параметрический анализ сравнения средних для независимых выборок с группирующей переменной.
4. Выполнить непараметрический анализ сравнения средних двух зависимых групп.

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

Теоретические вопросы:

1. Генеральная совокупность. Выборка. Зависимые и независимые выборки: основные понятия и характеристики.
2. Основные графики, используемые в математической статистике.

Практические вопросы:

1. Построить основные графики, которые используются в математической статистике (не менее 6).

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

Теоретические вопросы:

1. Статистическая гипотеза: понятие. Виды гипотез. Приведите три примера статистических гипотез.
2. Кластерный анализ: понятие, примеры и основные характеристики.
3. Переменные: понятие и основные характеристики. Типы переменных с примерами.
4. Виды распределений. Нормальное распределение: понятие и основные характеристики.
5. Метод k-средних: понятие и основные характеристики.
6. Шкалы: понятия, типы, основные характеристики, примеры.
7. Методы объединения и меры расстояния в кластерном анализе.

Практические вопросы:

1. Выполнить кластерный анализ агломеративным методом.
2. Выполнить кластерный анализ итеративным методом.

3. Выполнить анализ подгонки распределений.

ИОПК-6.1 Анализирует экспериментальные данные при выполнении НИР.

Теоретические вопросы:

1. Дисперсионный анализ: понятие и основные характеристики. Типы моделей дисперсионного комплекса (с примерами).

2. Основные показатели, используемые в описательной статистике: понятия и основные характеристики.

Практические вопросы:

1. Выполнить анализ сравнения дисперсий.

2. Выполнить однофакторный дисперсионный анализ.

3. Выполнить двухфакторный дисперсионный анализ.

4. Продемонстрировать ввод данных. Выполнить анализ описательной статистики, анализ распределений. Построить гистограммы.

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

Теоретические вопросы:

1. Корреляционный анализ: понятие и основные характеристики.

2. Альтернативные коэффициенты корреляции Пирсона: основные характеристики каждого.

Практические вопросы:

1. Выполнить корреляционный анализ.

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).

Теоретические вопросы:

1. Какие существуют основные подходы к сравнительному анализу данных о состоянии компонентов окружающей среды, собранных в рамках программ мониторинга, и какие нормативно-правовые акты регламентируют эти процессы?

2. Каковы основные этапы обработки данных мониторинга состояния почвы, и какие статистические методы можно применять на каждом из них?

3. Как можно использовать графические методы (например, диаграммы) для визуализации результатов мониторинга состояния компонентов окружающей среды?

4. Как можно оценить достоверность и надежность данных, полученных в результате мониторинга? Какие методы статистики для этого применяются?

5. Какие основные показатели следует учитывать при анализе состояния почвы в рамках мониторинга, и какие методы статистической обработки данных могут быть использованы для их оценки?

Практические вопросы:

1. Оценить соответствие результатов мониторинга нормативным требованиям (Проведите сравнение полученных данных с установленными нормативами. Используйте графические методы для визуализации соответствия).

ИПК-3.1 Фиксирует процессы ухудшения состояния сельскохозяйственных земель, в том числе эрозии, переувлажнения, засоленности и других видов деградации.

Теоретические вопросы:

1. Способы фиксации процессов ухудшения состояния сельскохозяйственных земель, в том числе эрозии, переувлажнения, засоленности и других видов деградации.

2. С помощью каких статистических показателей можно зафиксировать ухудшения состояния сельскохозяйственных земель?

3. Какие данные свойств почв нужно иметь, чтобы зафиксировать ухудшения состояния сельскохозяйственных земель?

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который:

1. Усвоил предусмотренный программный материал;
2. Правильно ответил на теоретический и практический вопрос, обосновал собственные предложения по решению соответствующей проблемы (задачи), привел примеры;
3. Показал глубокие, систематизированные знания;
4. Владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников;
5. Связывает теоретические основы дисциплины с практикой и другими темами данного курса, а также с другими дисциплинами;
6. Воспроизводит и объясняет учебный материал с требуемой степенью научной точности;
7. Демонстрирует правильную речь, грамотное, логическое изложение ответа.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который:

1. Не справился с теоретическим и (или) практическим вопросом;
2. В ответах на вопросы допускает существенные ошибки;
3. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

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 электронном университете iDO – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=17743>.

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

в) План семинарских занятий по дисциплине:

- Выборки и группировка;
- Графическое представление распределений;
- Вероятность и параметры распределения;
- Выборочные оценки и ошибки репрезентативности;
- Законы распределения;
- Техника вычислений и представление результатов анализа;
- Статистические гипотезы и их проверка;
- Статистический анализ единичной выборки;
- Анализ группы выборок;
- Дисперсионный анализ;
- Корреляционный анализ;
- Регрессионный анализ.

г) План лабораторных работ по дисциплине:

Лабораторные работы 1-4 выполняются с использованием программного обеспечения Microsoft Office Standart 2013 Russian: программа MS Office Excel (8 часов).

Лабораторная работа 1. Константы, характеризующие статистическую совокупность. Меры центральной тенденции (характеризующие средний уровень случайной величины). Меры изменчивости (характеризующие вариабельность случайной величины).

Цель занятия – знакомство с числовыми величинами, характеризующими статистические совокупности.

Лабораторная работа 2. Ошибки репрезентативности.

Цель занятия – закрепление материала лабораторной работы 1; знакомство с числовыми величинами, характеризующими расхождения между показателями выборочной и генеральной совокупностей.

Лабораторная работа 3. Распределение числовых величин. Проверка нормальности распределения: критерий Шапиро-Уилко.

Цель занятия – знакомство с методом проверки нормальности распределения числовых величин, условиями его использования.

Лабораторная работа 4. Графическое выражение результатов исследования. Процедура выбраковки.

Цель занятия – приобретение первичных навыков визуализации и чтения данных с использованием ресурсов свободного доступа сети Интернет и MS Office Excel. Выбросы и выбраковка числовых величин.

Лабораторные работы 5-8 выполняются в программе StatSoft Statistica (8 часов).

В качестве исходных данных для лабораторных могут выступать данные, полученные обучающимися в ходе выполнения научно-исследовательской работы.

Лабораторная работа №5. Ввод данных. Описательная статистика (анализ единичной выборки). Анализ распределений. Гистограммы. Проверка гипотез о типе распределения (1 час).

Цель занятия – рассчитать статистические характеристики и исследовать распределение для одного из почвенных свойств (например, содержание гумуса, рН, валового азота, валового фосфора и др.). Проверить, можно ли каждую из изучаемых переменных аппроксимировать нормальным, логнормальным, равномерным, гамма и другими распределениями.

Лабораторная работа №6. Корреляционный анализ. Сравнение средних. Параметрические критерии сравнения выборок (2 часа).

Цель занятия – сравнить средние значения одного почвенного свойства, полученные студентом, с литературными данными для того же типа почв и территории.

Провести корреляционный анализ между двумя выборками основных физико-химических свойств почв (дерново-подзолистых, серых лесных и др.). Рассчитать коэффициент корреляции и оценить тесноту (силу) связи.

Лабораторная работа №7. Двухфакторный дисперсионный анализ. Непараметрические критерии сравнения выборок (1 часа).

Цель занятия – оценить влияние разных доз удобрений и средств защиты растений на урожайность сельскохозяйственной культуры. Выявить оптимальные дозы удобрений и гербицидов.

Использовать для сравнения выборок критерий Манна-Уитни для независимой выборки. Критерий Вилкоксона для зависимой выборок. Области использования и специфика метода. Общая характеристика метода, его достоинства и недостатки. Основные понятия эксперимента.

Лабораторная работа №8. Кластерный анализ (2 часа).

Цели занятия – выполнить иерархическую классификацию горизонтов методами одиночной связи и Варда, используя Евклидово расстояние. Выполнить классификацию переменных этими же методами. Выполнить два варианта классификации объектов методом k-средних, задав в первом случае 3 класса, во втором – 5 классов.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, подготовки к практическим занятиям.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Мешалкина Ю. Л. Математическая статистика в почвоведении: Практикум / Ю. Л. Мешалкина, В. П. Самсонова // М. : МАКС, 2008. – 84 с. – Текст: электронный. – <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-meshalkinamatstatpochvov2008.pdf> (дата доступа 09.10.2024).

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : (с основами статистической обработки результатов исследований) : [учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям] / Б. А. Доспехов. – Изд. 6-е, стереотип., перепеч. с 5-го изд. 1985 г.. – Москва: Альянс, 2011. – 350, [1] с. : ил.

3. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Почвоведение" / Ред. Ю. Н. Благовещенский. – М. : Издательство Московского университета, 1995. – 320 с. : ил. – URL: <https://www.geokniga.org/books/3118> (дата доступа 09.10.2024).

4. Математическая статистика: практикум / сост. Н. А. Андреева, Р. В. Кузьменко, Е. В. Корчагина, Т. В. Меньших; ФКОУ ВО Воронежский институт ФЦИН России. – Воронеж: Научная книга, 2020. – 103 с. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium-com.ez.lib.tsu.ru/catalog/product/1240998> - Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Самсонова В. П. Математическая статистика в почвоведении и экологии : практикум : учебное пособие : [для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 "Почвоведение" и 05.03.06 "Экология и природопользование"] / В. П. Самсонова, С. Е. Дядькина, Ю. Л. Мешалкина ; Мос. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – 2-е изд., испр.. – Москва : Дашков и К°, 2023. – 153 с.: ил., табл. - (Учебные издания для бакалавров).

2. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев; отв. ред. В. Н. Былов; Акад наук СССР, Гл. ботан. сад. – М.: Наука, 1984. – 423,[1] с. : граф.

3. Лакин Г. Ф. Биометрия : Учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов и педагогических институтов. – М. : Высшая школа, 1968. – 288 с.: ил.

4. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика : Учебное пособие для биологических – ...

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); StatSoft Statistica.

– 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/>

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.

Аудитории для проведения занятий лабораторного типа, оснащенные компьютерной техникой, программой StatSoft Statistica, доступом к сети Интернет (аудитории №028, №322 Главного учебного корпуса ТГУ).

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.

Мерзляков Олег Эдуардович, к.б.н., доцент, кафедра почвоведения и экологии почв БИ, доцент.

Крицков Иван Викторович, к.б.н., старший преподаватель, каф. почвоведения и экологии почв.

Ручкина Кристина Владимировна, ассистент, кафедра почвоведения и экологии почв.