

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Биологического института  
\_\_\_\_\_ Д.С. Воробьев

«18» марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Математическая статистика**

по направлению подготовки

**35.03.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Агрономия»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.33

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
\_\_\_\_\_ А.С. Бабенко

Председатель УМК  
\_\_\_\_\_ А.Л. Борисенко

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-5. – Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;
- ОПК-7. – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
- ПК-3. – Способен к участию в проведении научно-исследовательских работ в области агрономии.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-5.1. Имеет представление о постановке экспериментов в профессиональной деятельности.
- ИОПК-5.3. Анализирует результаты отдельных этапов экспериментальных исследований.
- ИОПК-7.2 Выбирает информационные технологии для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.
- ИПК-3.3. Пользуется адекватными методами математической статистики при анализе опытных результатов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать: определение термина «математическая статистика», краткую историю становления математической статистики, место математической статистики в арсенале методов естественных наук, терминологию и некоторые основные формулы, используемые в данной научной и практической дисциплине, все темы, описанные ниже в разделе о содержании дисциплины.

– Научиться применять инструментарий математической статистики для решения важной практической задачи профессиональной деятельности – проведения грамотного статистического анализа биологических, экологических и химических данных.

– Освоить компьютерные методы статистической обработки научных данных.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 2, зачёт.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплине математика (1 семестр).

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

- лекции: 26 ч.;
- лабораторные работы: 30 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины, структурированное по модулям

Модуль 1. Введение в математическую статистику. Лекционный объём 4 часа.

Предмет и история развития статистики вообще и математической статистики в частности. Определение понятия «математическая статистика». Общая последовательность действий в статистическом исследовании. Статистическая совокупность. Выборочная (выборка) и генеральная совокупности. Репрезентативность выборки и некоторые факторы, влияющие на нее. Случайная величина и распределение вероятностей. Случайная величина: понятие и определение. Дискретная и непрерывная случайная величина. Вариационный ряд. Графические способы отображения вариационного ряда. Распределение вероятностей. Гистограмма распределения. Показатели, характеризующие средние тенденции и вариацию данных в совокупностях. Среднее арифметическое, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, стандартное отклонение. Сигма и другие общепринятые обозначения. Коэффициент вариации.

Модуль 2. Нормальное распределение и его свойства. Лекционный объём 12 часов.

Законы распределения случайной величины. Гистограмма, кривая и уравнение нормального распределения. Семейство кривых нормального распределения в зависимости от величины сигмы. Нормирование отклонение ( $Z$ -оценка). Частоты при нормальном распределении. Таблицы вероятностей нормального распределения при разных значениях  $Z$ . Таблица ординат при нормальном распределении. Графические способы изображения случайной величины. Столбчатая диаграмма с планками погрешностей. Практические аспекты оценки вариации при нормальном распределении. Выбор дисперсии либо стандартного отклонения при оценке вариации. Коэффициент вариации и ситуации, при которых он применяется. Уровни надёжности принятия решений в математической статистике. Доверительные вероятности и уровни значимости. Понятие нулевой гипотезы. Виды нулевой гипотезы при анализе одиночной совокупности. Альтернативные гипотезы. Критерии проверки гипотез.  $Z$ -критерий. Проверка гипотезы о нормальности распределения. Сопоставление частот.  $W/S$ -критерий. Двусторонние и односторонние оценки при проверке гипотез. Правило 3-х сигм и общий алгоритм его применения.

Модуль 3.  $t$ -распределение Стьюдента. Лекционный объём 4 часа.

История разработки теории  $t$ -распределения Стьюдента. Малые выборки и парциальные средние. Вид кривой распределения Стьюдента в зависимости от  $n$ . Формулы нормированного отклонения при распределении Стьюдента. Таблица частот распределения Стьюдента. Стандартная ошибка среднего арифметического. Доверительный интервал для среднего арифметического при распределении Стьюдента и нормальном распределении. Одновыборочный  $t$ -критерий. Сравнение двух средних по критерию Стьюдента: нулевая гипотеза и критерии ее проверки. Независимые и зависимые выборки. Критерий Стьюдента для независимых и зависимых выборок. Графический способ сравнения двух средних.

Модуль 4. Введение в непараметрическую статистику. Лекционный объём 4 часа.

Непараметрическая статистика. Предпосылки возникновения. Область применения методов непараметрической статистики. Медиана и квартили. Диаграмма box-plot и определение выпадающих значений. Критерий Вилкоксона–Манна–Уитни. Парный критерий Вилкоксона. Критерий знаков. Критерий хи-квадрат. Достоинства и недостатки методов непараметрической статистики.

Модуль 5. Анализ связей между переменными. Лекционный объём 2 часа.

Понятие корреляции. Основы корреляционного анализа. Линейный коэффициент корреляции. Статистическая значимость коэффициента корреляции. Регрессия. Линейная регрессия, как инструмент анализа. Коэффициенты линейной регрессии: угловой коэффициент, коэффициент детерминации. Нелинейная регрессия. Основные методы для шаблонного анализа методами нелинейной регрессии в электронных таблицах. Регрессионный анализ как один из способов анализа временных рядов.

Обобщение и заключение по всему курсу.

### **9. Текущий контроль по дисциплине, включая регламент проведения занятий**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов и проверочных занятий по лекционному материалу и выполнения лабораторных работ (включая домашние задания) с обязательной загрузкой на платформу «Moodle», и фиксируется в виде традиционной двоичной системы (зачтено/не зачтено) для каждого текущего занятия (лекционного и лабораторного) и в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Регламент проведения занятий в дистанционной форме по курсу «Математическая статистика» состоит в следующем. Материал всех дистанционных занятий даётся студентам в виде видео-лекций или текстовых, аудио- и видео-инструкций к лабораторным работам. Дистанционные видео-лекции представлены роликами продолжительностью от 45 до 80 минут. Однако, реальная работа студентов с лекционным материалом, сопровождающаяся неоднократной постановкой видео на паузу, "перемоткой" назад, конспектированием, будет занимать по времени, как и положено, около двух академических часов (одна пара). Доступ ко всем учебным материалам студенты будут получать на странице курса в Moodle (прямой доступ к файлам или опосредованный, через ссылки на другие ресурсы). При возникновении технических сбоев в Moodle, – через иные ресурсы (обговаривается отдельно). Работа с лекционным материалом со стороны студентов должна быть максимально приближена к обычной аудиторной работе на лекции. Исходя из этого, студенты, в обязательном порядке, должны вести конспекты видео-лекций. Конспекты видео-лекций должны вестись студентами в традиционной форме, с использованием ручек, карандашей и бумаги (тетрадь, блокнот и т. д.). Ведение конспектов в электронной форме не допускается. Несмотря на то, что в данном фрагменте описывается регламент дистанционных занятий, преподаватель курса строго отслеживает посещаемость занятий студентами, используя понятие "пропуск занятий". Критерием посещения дистанционного лекционного занятия студентом является предоставление студентом преподавателю для проверки фотокопии своего конспекта путём загрузки в указанный ресурс. Вторым критерием – аккуратность ведения и полнота конспекта. Каждый студент должен загрузить файлы с фотокопиями конспекта на проверку не позднее срока, указанного в настройках занятия в Moodle. Если в указанный срок какой-либо студент не загружает файл на проверку, ему ставится пропуск занятия с последующей отработкой (дополнительный опрос, письменный ответ на вопросы, доклад с презентацией, реферат, выполнение расчетного задания или иные формы отработки). Такой же принцип распространяется и на дистанционные лабораторные работы, с той лишь разницей, что к фотокопиям конспектов будут добавляться и электронные документы (например, электронные таблицы и т. д.).

Регламент проведения занятий в очной форме по курсу «Математическая статистика» традиционный. Преподаватель отслеживает посещаемость студентами лекционных и лабораторных занятий, проверяет полноту и аккуратность ведения конспектов, правильность выполнения лабораторных работ.

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

**Зачёт в первом семестре.** Может проводиться в нескольких вариантах (выбор конкретного варианта за преподавателем): 1) выставление автоматического зачёта на основании результатов текущего контроля (может применяться как при очной, так и при дистанционной форме обучения); 2) очно в традиционной форме (с билетами, временем на подготовку, записыванием ответов и решений студентом на листы бумаги и последующим устным ответом; 3) очно в режиме собеседования без времени на подготовку (возможны ответы как в устной, так и в письменной форме); 4) дистанционно – только в режиме свободного собеседования без времени на подготовку, включая онлайн решение задач с комментариями студентом своих действий. При вариантах 3 и 4 возможно разрешение на

использование в процессе сдачи студентом собственных конспектов лекций (конспектов, которые были написаны студентом собственноручно).

Студент, имеющий пропуски (или неверно выполненные задания) по лекционным и практическим занятиям, в обязательном порядке отрабатывает каждый долг. Если это невозможно (по времени) сделать в ходе зачёта, это делается в ходе индивидуальных консультаций при наличии времени на такие консультации у преподавателя. После окончания сроков сессии такие индивидуальные консультации могут переноситься на последующие семестры, что находится в компетенции преподавателя.

Преподаватель может вести видео- и аудиозапись процесса сдачи зачёта для объективности и предотвращения разночтений в трактовке результатов зачёта.

Ответы в виде теста во время зачёта или во время текущих контрольных работ возможны только в очном варианте: студент пишет тест на листах бумаги, или выполняет на компьютере (offline-программы, online на платформе Moodle) только под наблюдением преподавателя.

Примеры вопросов, задач и заданий для зачёта:

1. Дайте терминологию, описание и объяснение для показателей, характеризующих вариацию данных в совокупности.

2. Перед Вами стоит задача сравнить степень вариации значений веса животных для двух выборок: выборки значений веса африканских слонов и выборки значений веса полевых мышей. Какой показатель Вам будет нужно рассчитать для решения этой задачи (используя инструментарий параметрической статистики)? Почему этот показатель является наиболее удобным для решения такой задачи?

3. В чем заключаются преимущества и недостатки непараметрических методов сравнения двух медиан (по сравнению с параметрическими критериями сравнения двух выборочных средних)?

4. Используя встроенную функцию рабочего листа MS Excel, решить задачу о принятии или отвержении нулевой гипотезы о равенстве двух средних по критерию Стьюдента для независимых выборок. Синтаксис функции объяснить, интерпретацию результатов расчёта и вывод обосновать.

5. Используя надстройку «пакет анализа» MS Excel, построить и правильно оформить гистограммы распределения выборочных значений веса и роста игроков нескольких спортивных клубов для одного из игровых видов спорта (хоккей, футбол, баскетбол, волейбол). Дать развернутую интерпретацию полученным результатам в аспекте визуальной оценки соответствия (или несоответствия) построенных гистограмм закону нормального распределения.

7. Пример тестового вопроса. Что показывает стандартная ошибка среднего арифметического (ошибка среднего)?

а) диапазон, в который попадает 95% значений исследуемой совокупности;

б) меру возможного отклонения среднего значения выборочной совокупности от среднего значения генеральной совокупности;

в) степень различий между средним арифметическим и медианой выборки.

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

Текущий контроль имеет решающее значение для промежуточной аттестации. Студент, не имеющий задолженностей по текущему контролю, получает оценку

«зачтено». Студент, имеющий задолженности по текущему контролю, может получить оценку «зачтено» после отработки этих задолженностей, либо может быть допущен к зачёту, но помимо обязательных вопросов и задач, на зачёт он получит вопросы и задачи по каждой неотработанной теме текущего контроля.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=18297>

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

а) основная литература:

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
2. Лебедько Е. Я., Хохлов А.М., Барановский Д.И., Гетманец О.М. Биометрия в MS Excel. Учебное пособие. Издательство «Лань», 2020. – 172 с.
3. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. 3-е изд., испр. – Минск: Высшейшая школа, 1973. – 320 с.

б) дополнительная литература:

1. Гельман В.Я. Решение математических задач средствами Excel. СПб.: Питер, 2003. – 240 с.
2. Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Издание 2-е. Л.: Медицина, 1973. - 141 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Электронный учебник по статистике. Доступ: [http://statsoft.ru/resources/statistica\\_text\\_book.php](http://statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php)
2. John H. McDonald. Handbook of Biological Statistics. Доступ: <http://www.biostathandbook.com>
3. Statistics and Probability. Доступ: <http://stattrek.com/>

### **13. Перечень информационных технологий**

Использование ПО: MS Office, Google Drive, Google Sheets, Statistica, Gnumeric, язык R и среда R-Studio. Кроме того, научная библиотека на базе Национального исследовательского Томского государственного университета (НБ ТГУ) обеспечивает необходимую учебно-методическую и информационную поддержку студентам: фонд НБ ТГУ – 4 млн. экземпляров, включая электронные российские и зарубежные сетевые ресурсы – научная электронная библиотека eLIBRARY.ru, EAST VIEW, Scopus, WoS, Sciencedirect, электронная библиотека Издательского дома «Гребенников», электронно-библиотечная система издательского дома «Лань» и многие др. НБ ТГУ обеспечивает каждого студента основными учебными и учебно-методическими изданиями, необходимыми для организации учебного процесса в соответствии с требованиями к основной образовательной программе. Содержание изданий представлено на сайте НБ ТГУ <http://www.lib.tsu.ru/>, в разделе «Электронные ресурсы» – <http://www.lib.tsu.ru/ru/elektronnye-resursy>. Студенты обеспечены индивидуальным неограниченным доступом с любого компьютера НБ ТГУ к электронным ресурсам.

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, с доступом к сети Интернет.

Аудитории для проведения лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, с доступом к сети Интернет.

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**

Куровский Александр Васильевич, канд. биол. наук, доцент, кафедра сельскохозяйственной биологии БИ ГТУ, доцент.