

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

**Статистика**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**Biodiversity (Биоразнообразие)**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

И.И. Волкова

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок.

ОПК-7 Способен в сфере профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1 Описывает разнообразие, пути и перспективы применения компьютерных технологий в современной биологии

ИОПК-6.2 Использует компьютерные технологии и профессиональные базы данных при планировании профессиональной деятельности, обосновывает их выбор

ИОПК-6.3 Профессионально оформляет и представляет результаты новых разработок

ИОПК-7.1 Подбирает и анализирует информацию в профессиональной сфере деятельности, применяет принципы оценки достоверности научной информации

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– получить и усвоить базовые знания о статистическом анализе, методах информационного поиска,

– научиться обрабатывать данные в базовых компьютерных программах и применять понятийный аппарат статистического анализа, методы обработки данных для решения практических задач профессиональной деятельности.

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

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Первый семестр, экзамен

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Обучающиеся должны иметь общие знания по математике, информатике и экологии.

## **6. Язык реализации**

Английский

## **7. Объем дисциплины**

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

-лекции: 10 ч.

-семинар: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### **Тема 1.** Primary data processing and elementary statistics.

Subject and basic concepts of biometrics. Concept of population, General and sample population. Forms for recording observation results. Qualitative and quantitative variability of traits. Classification of features. Methods for grouping primary data. Technique for constructing variation series. Graphical expressions of grouped data.

### **Тема 2.** Basic characteristics of sample populations.

General issues of analysis of field and experimental data. Descriptive statistics: classification and functions performed. Structural averages – median, mode and others. Power averages – harmonic mean, quadratic mean, cubic mean, geometric mean, weighted mean, arithmetic mean. Properties of the arithmetic mean.

Indicators of variability of the variation series. Dispersion and its properties. Standard deviation. The coefficient of variation.

### **Тема 3.** Fundamentals of probability theory and mathematical statistics.

Laws of distribution in variation series. Law of large numbers. Characteristics and features of variation in biological characteristics. Binomial, hypergeometric and Poisson distributions. Parameters of discrete distributions. The concept of normal distribution. Measures of shape—indicators of skew and kurtosis.

### **Тема 4.** Statistical evaluation.

Sampling method and estimation of general parameters. Theoretical distributions used in statistical inference. The 3-sigma rule. Statistical error. Point estimates and precision measures.

Determining the required sample size for representative judgments. The concept of confidence probabilities and significance levels. The concept of a confidence interval of a general parameter.

### **Тема 5.** Statistical hypotheses and their testing.

The concept of the null hypothesis. Parametric comparison criteria, basic conditions and areas of application. t - Student's test, F - Fisher's test and others. Nonparametric comparison tests. Wilcoxon test. d - Kolmogorov-Smirnov test. Sign criterion. Graphical methods of expressing estimates of the difference between sample populations.

**Тема 6.** Basics of statistics applied to the study of biodiversity.  $\alpha$ -diversity.  $\beta$  and  $\gamma$ -diversity. Distribution and density of biodiversity. Comparisons and evaluations of environmental interventions on biodiversity

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, 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 в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1 час.

Примерный список теоретических вопросов:

1. The concept of sample and general populations.
2. Totality. Sign. Grouping data with quantitative and qualitative variation.
3. Structural and power averages. The concept of arithmetic mean, weighted mean, mode and median.
4. The concept of a representative sample.
5. Indicators of variability of the variation series.

6. Dispersion, properties of dispersion. Standard deviation. The 3-sigma rule.
7. Basic statistical indicators of the variation series.
8. Measures of shape – indicators of asymmetry and kurtosis.
9. Confidence probabilities and significance levels. Normalized deviation (t).
10. Confidence interval of the population mean. Graphic methods for comparing arithmetic means.
11. The concept of null and alternative hypotheses. Errors of the 1st and 2nd kind.
12. Poisson distribution. Its differences from the binomial distribution.
13. Binomial distribution. Its differences from the Poisson distribution.
14. Normal distribution.
15. Parametric and non-parametric comparison criteria (classification, scope).
16. Parametric criteria for assessing the significance of differences between two samples. Student's t-test. Fisher's F test.
17. One-way analysis of variance (ANOVA).
18. Areas of use of the goodness-of-fit test (chi-square) in the analysis of experimental data in biology.
19. Application of the chi-square test in analyzing the contingency of qualitative characteristics.
20. Application of the chi-square test when analyzing the compliance of the sample population with the binomial type of distribution.
21. Application of the chi-square test when analyzing whether the sample population corresponds to the normal type of distribution.
22. Application of the chi-square test when assessing the significance of differences between two sample populations.
23. Chi-square test. Calculation of theoretically expected frequencies and determination of chi-square in the analysis of splitting by phenotypes.
24. Kolmogorov criterion (correspondence to normal distribution).
25. Assessing the significance of differences in sample populations using the Kolmogorov-Smirnov test.
26. Nonparametric tests for comparing independent samples.
27. Nonparametric tests for dependent samples (Sign test and Wilcoxon test).
28. Fisher criteria, conditions of application.
29. What methods do you know for assessing a sample population for compliance with the Law of Normal Distribution?
30. The concept of functional, statistical and correlation between characteristics. Correlation coefficient, coefficient of determination. Direct and indirect methods for finding the correlation coefficient.
31. Spearman's correlation coefficient.
32. Correlation connections with qualitative variation.
33. Regression analysis. Problems of regression analysis. Calculation of linear regression dependence. Multiple linear regression.
34.  $\alpha$ -diversity.
35.  $\beta$  and  $\gamma$ -diversity.
36. Distribution and density of biodiversity.
37. Comparisons and evaluations of environmental interventions on biodiversity.

Результаты экзамена определяются оценками “отлично”, “хорошо”, “удовлетворительно”, “неудовлетворительно”. Ответ на билет оценивается по следующей схеме.

Критерии оценки ответа	Оценка
был дан ответ, содержащий ряд серьезных неточностей,	“неудовлетворительно”.

свидетельствующих о незнании процессов изучаемой предметной области, незнании основных вопросов теории, неумении давать аргументированные ответы	
был дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, характеризующийся недостаточной глубиной и полнотой темы, недостаточной логикой и последовательностью ответа	“удовлетворительно”,
дан развернутый ответ на поставленные вопросы, приведены примеры, ответ содержит логику и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе	“хорошо”,
был дан полный ответ на вопросы, знание предмета было продемонстрировано в полном объеме, а материал изложен свободно	“отлично”,

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=19113>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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

а) основная литература:

1. Zar, J.H. Biostatistical Analysis / J.H. Zar. – Prentice Hall, 2010. – 944 p.
2. Magurran, A.E. Measuring biological diversity / A.E. Magurran. Oxford, UK.: Blackwell Publishing, 2004. – 256 p.
3. Kabacoff R. R in action: data analysis and graphics with R and Tidyverse. – Simon and Schuster, 2022.

б) дополнительная литература:

1. Introduction to Statistics with R. Manual Version 2019-03. – Babraham Bioinformatics – [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.bioinformatics.babraham.ac.uk%2Ftraining%2FR\\_Statistics%2FIntroduction%2520to%2520Statistics%2520with%2520R%2520manual.docx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.bioinformatics.babraham.ac.uk%2Ftraining%2FR_Statistics%2FIntroduction%2520to%2520Statistics%2520with%2520R%2520manual.docx&wdOrigin=BROWSELINK).
2. Introduction to Modern Statistics (1st Ed). – <https://openintro-ims.netlify.app/>
3. Cumming, Geoff. Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis. Australia Routledge, 2012. – 519 p.
4. Wilke C. O. Fundamentals of data visualization: a primer on making informative and compelling figures. – O'Reilly Media, 2019.
5. Halsey L. G. Curran-Everett, D., Vowler, S. L., Drummond, G. B. The fickle P value generates irreproducible results //Nature methods. – 2015. – Т. 12, №. 3. – С. 179-185.
6. Oksanen J. Constrained ordination: tutorial with R and vegan //R-packace Vegan. – 2012. – Т. 1. – №. 10. – С. 1-9.

в) ресурсы сети Интернет:

– Introduction to Statistics – <https://stepik.org/course/701/syllabus>

### 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 OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- программное обеспечение R, RStudio
- публично доступные облачные технологии (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 с компьютерами, мультимедийным оборудованием и специализированной рабочей программой R, RStudio.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с компьютерами, мультимедийным оборудованием и специализированной рабочей программой R, RStudio.

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

Бабкина Ирина Борисовна, кандидат биологических наук, кафедра ихтиологии и гидробиологии БИ ТГУ, доцент.