



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан биолого-почвенного факультета  
Матвеев А.Н.  
«15» апреля 2019 г.



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: **Б1.В.05 «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЗООЛОГИИ»**

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК  
биолого-почвенного факультета

Протокол № 4 от «15» апреля 2019 г.

Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой зоологии  
позвоночных и экологии:

Протокол № 7  
От «26» марта 2019 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Иркутск 2019 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	7
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	7
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	8
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	
а) основная литература	10
б) дополнительная литература	10
в) программное обеспечение	11
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	11
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	12
10. Образовательные технологии	13
11. Оценочные средства (ОС)	13

## **1. Цели и задачи дисциплины (модуля):**

Целью освоения учебной дисциплины «Математические методы в экспериментальной биологии» является:

- Изучить основные методы статистического анализа экспериментального материала и оценки его достоверности, а также сформировать умения применять математическую статистику для выявления существующих закономерностей в различных областях биологии.

Задачи:

- сформировать общее представление о содержании, задачах и методах научно-обоснованных оценок результатов измерений в области биологических исследований;
- изучить математическую основу алгоритмов, используемых в биологических исследованиях;
- овладеть основами теории вероятностей, ключевыми разделам математической статистики и методами обработки результатов исследований;
- освоить схемы составления репрезентативных выборок, научиться формулировать и проверять статистические гипотезы;
- сформировать навыки обработки статистических данных и интерпретации полученных результатов.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Предмет «Математические методы в экспериментальной биологии» является дисциплиной вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология.

Одним из важных факторов, стимулирующих развитие различных областей естественных наук, является внедрение в них математики. Область применения статистических методов в биологии очень широка, так как многие экологические, генетические, цитологические, микробиологические, радиобиологические явления – массовые по своей природе. Осуществление событий в больших совокупностях может быть оценено вероятностями, а анализ их требует применения статистических методов. Статистические методы необходимы и при постановке экспериментов, так как понимание и учет статистических закономерностей помогают исследователю составить методически обоснованный план опытов, правильно их провести и сделать объективные выводы.

В данном курсе рассматриваются вопросы выбора и применения статистических методов обработки экспериментальных данных в биологии, их адекватного использования при планировании научных исследований и формулировки выводов.

Содержание курса базируется на результатах, полученных в области математического анализа и различных разделов биологии, поэтому его основные положения разрабатывались с учетом знаний и умений, полученных при изучении предшествующих дисциплин бакалавриата: «Математика», «Биофизика», «Общая биология», «Физико-химические методы в биологии», «Генетика». Студент, приступающий к изучению дисциплины «Математические методы в экспериментальной биологии», должен знать основные теории и законы биологии (законы наследственности, теория эволюции, механизмы гомеостаза и т.д.), а также базовые понятия и методы математического анализа (виды функциональных зависимостей, методы их исследования).

Данная дисциплина является необходимой основой для дисциплин «Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии», «Основы моделирования биологических процессов», «Практическая биоинформатика», а также для прохождения производственной практики и успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1)

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### ***Знать:***

- ключевые понятия теории вероятностей и математической статистики;
- классические и современные статистические методы, используемые при нахождении эмпирических закономерностей;
- основные типы математических моделей, используемых в биологии;
- критерии выбора наиболее оптимальных для данных исследований статистических методов.

#### ***Уметь:***

- использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач;
- производить статистическую обработку эмпирических результатов, устанавливать характер и тип распределения объектов с разными параметрами признака, выявлять изменчивость признака;
- оценивать значимость различия показателей в разных совокупностях, определять величину и направление связи между переменными величинами признаков объектов совокупности;
- изучать степень влияния того или иного фактора на изменчивость анализируемого признака и прогнозировать показатели-отклики при заданных значениях воздействующих факторов;
- формулировать и проверять выдвигаемые статистические гипотезы;
- грамотно планировать научный эксперимент, обобщать результаты опыта и формулировать выводы;

#### ***Владеть:***

- базовыми представлениями о методах оценок численных значений характеристик измеряемых величин;
- современными статистическими методами, используемыми в биологических исследованиях;
- пакетами прикладных программ для статистической обработки результатов исследований.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		6			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32/0,89	32/0,89	-	-	-
<b>Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</b>					
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	16/0,44	16/0,44	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	16/0,44	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
КСР	2/0,06	2/0,06	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	74/2,05	74/2,05	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	74/2,05	74/2,05	-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	-	-	-	-	-
Письменные работы	-	-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет)	-	-			
<b>Контактная работа (всего)</b>	34/0,94	34/0,94	-	-	-
Общая трудоемкость	часы	108	108		
	зачетные единицы	3	3		

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

**5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.**

**Тема 1. Введение. Группировка данных. Графическое изображение вариационного ряда.**

Необходимость применения математических методов к изучению биологических явлений. Методологические предпосылки правильного применения статистического метода в биологии. Понятия об однородности материала, точности и многократности измерений, репрезентативности выборки. Соотношение статистического метода с экспериментальным. Биологическая статистика и ее задачи. Понятие статистической совокупности. Генеральная совокупность. Выборка. Методы рендомизации, как основа обеспечения репрезентативности выборки.

Систематизация варьирующих величин – составление вариационного ряда. Определение размаха варьирования. Ранжирование в случае прерывистой (дискретной) изменчивости, разбивка на классы в случае непрерывной изменчивости. Определение

оптимального числа классов, расчет величины классового интервала. Систематизация в случае качественной (альтернативной) изменчивости. Полигон распределения, гистограмма распределения. Графическое изображения ряда, как метод анализа распределения.

### **Тема 2. Основные характеристики вариационного ряда.**

Характеристика центра распределения. Среднее арифметическое. Определение, значение и математические свойства. Мода и медиана. Характеристики вариации. Среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение). Определение и значение. Понятие о степенях свободы. Коэффициент вариации, определение и его значение как меры изменчивости.

Особенности определения характеристик в случае разбивки вариационного ряда на классы. Определение доли в случае качественной изменчивости, способы ее выражения.

Особенности обработки вариационных рядов в случае небольшого числа членов (малые выборки). Модификации формулы среднего квадратического отклонения. Оценка параметров генеральной совокупности (распределение Стьюдента). Правила отбрасывания "выскакивающих" вариант.

### **Тема 3. Статистическое распределение и его анализ.**

Случайные события. Понятие о вероятности случайного события Классическое определение вероятности. Эмпирические (опытные, апостериорные) и теоретические (истинные, априорные) вероятности. Прямые и обратные вероятности. Независимые события. Теоремы сложения и умножения вероятностей.

Распределение вариант в вариационном ряду и закономерности распределения вероятностей. Понятие о доверительных вероятностях и уровнях значимости Нормированное отклонение. Степени свободы.

Нормальное распределение. Параметры нормального распределения: математическое ожидание и дисперсия. Закономерности модификационной изменчивости - статистические закономерности. Биноминальное распределение. Параметры биномиального распределения и методы их оценки. Распределение Пуассона. Вычисление теоретически ожидаемого распределения на основании эмпирического. Критерии  $\chi^2$ , коэффициент Пирсона, его оценка.

### **Тема 4. Оценка параметров генеральной совокупности. Сравнение статистических показателей.**

Возможность суждения о параметрах генеральной совокупности по характеристикам выборки. Доверительные интервалы. Средняя ошибка средней арифметической, её определение и значение для оценки математического ожидания генеральной совокупности.

Средние ошибки других характеристик (среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации, ошибки процентов) и их значение. Показатель точности опыта.

Сравнение средних арифметических двух трансгрессивных рядов. Понятие о нулевой гипотезе. t-критерий Стьюдента. Особенности сравнения средних арифметических в случае малых или неравновеликих выборок. Методы сравнения других характеристик вариационных рядов. F-критерий Фишера. Непараметрические критерии: критерий Манна-Уитни (U-критерий).

### **Тема 5. Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.**

Физиологическая корреляция. Функциональная связь и коррелятивная изменчивость (сопряженная вариация). Понятие о двумерных случайных величинах. Измерение степени линейных корреляций. Составление таблиц. Коэффициент корреляции - критерий степени связи при двумерном нормальном распределении. Формулы и расчеты. Положительная и отрицательная корреляция. Оценка коэффициента корреляции. Непараметрическая корреляция: коэффициент ранговой корреляции.

Понятие о регрессии. Эмпирические линии регрессии. Типы функциональных зависимостей. Уравнение регрессии. Теоретическая линия регрессии. Односторонняя регрессия. Коэффициент регрессии. Достоверность линии регрессии и коэффициента регрессии. Ошибка коэффициента регрессии и оценка его достоверности. Сравнение коэффициентов регрессии. Связь между регрессией и корреляцией.

#### **Тема 6. Дисперсионный и многомерный анализ.**

Дисперсионный анализ и её сущность. Общие предпосылки использования дисперсионного анализа. Градации факторов и их характер. Схема варьирования при различии по одному фактору. Разное варьирование вариант и его характеристика. Суммы квадратов и их вычисление. Степени свободы. Общая схема дисперсионного анализа при различии по одному фактору. Схема варьирования при различии по двум факторам. Суммы квадратов степени свободы и их вычисление при двух факторах. Общая схема дисперсионного анализа при различии по двум факторам. Многофакторный анализ.

Методы многомерного статистического анализа. Классификация методов многомерного статистического анализа. Методы анализа связи между двумя системами переменных, методы анализа структуры многомерных данных. Дискриминантный анализ. Кластерный анализ. Факторный анализ и анализ главных компонент. Сущность и алгоритмы анализа. Планирование одно- и многофакторного эксперимента.

### **5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)							
		1	2	3	4	5	6		
1.	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (производственная практика)	1	2	3	4	5	6		
2.	Выпускная квалификационная работа	1	2	3	4	5	6		
3.	Большой практикум по физико-химической биологии и биотехнологии	1	2	3	4	5	6		
4	Основы моделирования биологических процессов	1	2	3	4	5	6		
5	Практическая биоинформатика			3	4	5	6		

### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.		Введение. Группировка данных. Графическое изображение вариационного ряда.	2	2	-	-	10	14
2.		Основные характеристики вариационного ряда.	2	2	-	-	12	16
3.		Статистическое распределение и его анализ.	2	2	-	-	12	16
4.		Оценка параметров генеральной совокупности. Сравнение статистических показателей.	2	2	-	-	12	16
5.		Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.	4	4	-	-	14	22
6.		Дисперсионный и многомерный анализ.	4	4	-	-	14	22

### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1.	Тема 1	Группировка данных и составление вариационных рядов	2	Контрольные вопросы и задачи, реферат.	ПК-1
2.	Тема 2	Описательная статистика	2	- « -	- « -
3.	Тема 3	Теория вероятности	2	- « -	- « -
4.	Тема 4	Сравнение выборок с помощью параметрических и непараметрических критериев	2	- « -	- « -
5.	Тема 5	Корреляционный анализ	2	- « -	- « -
6.	Тема 5	Регрессионный анализ	2	- « -	- « -
7.	Тема 6	Факторный дисперсионный анализ	2	- « -	- « -
8.	Тема 6	Планирование эксперимента	2	- « -	- « -

#### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Введение. Группировка данных. Графическое изображение вариационного ряда.	Решение задач Контрольные вопросы	№ 1.1.–1.20	1, 2, 3	10
2	Основные характеристики вариационного ряда.	Решение задач Контрольные вопросы	№ 1.1.–1.20	1, 2, 3	12



3	Статистическое распределение и его анализ.	Решение задач Тестирование	№ 1.20–1.40	1, 2, 3	12
4	Оценка параметров генеральной совокупности. Сравнение статистических показателей.	Решение задач Контрольные вопросы	№ 2.1.–2.20	1, 2, 3	12
5-6	Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.	Решение задач Контрольные вопросы	№ 3.1.–3.15	1, 2, 3	14
7-8	Дисперсионный и многомерный анализ.	Решение задач Тестирование	№ 3.15.–3.30	1, 2, 3	14

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Математические методы в биологии» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- б) подготовка к контрольному опросу;
- в) решение расчетных задач;
- г) Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

### *Темы для самостоятельной работы*

1. Математическая статистика в историческом аспекте.
2. Решение задач на применение основных методов математической статистики в биологии.
3. Биологические системы, подчиняющиеся биномиальному распределению.
4. Распределение Пуассона в биологии.
5. Статистические критерии, используемые для проверки выборки на соответствие нормальному распределению.
6. Особенности сравнения средних арифметических в случае малых или неравновеликих выборок.
7. Дискриминантный анализ.
8. Кластерный анализ.
9. Факторный анализ и анализ главных компонент.
10. Непараметрические статистические критерии.
11. Множественная корреляция

### *Рекомендации по выполнению расчетных задач*

Статистические задачи, возникающие при проведении биологических исследований, предполагают проведение различных сопоставлений в рамках той или иной математической модели. Наиболее подходящую модель рекомендуется выбирать в соответствии со следующей схемой принятия решения:

1. Определите, какая модель вам кажется наиболее подходящей для доказательства научных предположений, вытекающих из поставленной задачи.

2. Внимательно ознакомьтесь с описанием метода и примерами, которые к нему прилагаются.
3. Если вы убедились, что данный метод позволяет решить задачу, обратите внимание на ограничение критерия и решите, соответствует ли данная выборка этим ограничениям (соответствие выборки закону нормального или биномиального распределения, критический объем выборки, наличие нескольких выборок, различающихся по какому-либо признаку, и т.д.)
4. Проведите расчеты по заранее выбранной схеме и интерпретируйте результаты расчетов – имеют ли они биологический смысл?
5. Попробуйте решить эту же задачу другим методом и сравните полученные результаты.
6. Результаты расчетов представляются в электронном виде в виде файла формата \*.xls.

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Курсовых работ по дисциплине учебным планом не предусмотрено

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**

а) основная литература

1. Баврин И.И. Высшая математика: учебник / И.И. Баврин. – М.: Академия, 2010. – 616 с. (ISBN 978-5-7695-6838-1, 55 экз.)
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели / В.Д. Мятлев, Л.А. Панченко, Г.Ю. Ризниченко, А.Т. Терехин. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с. (ISBN 978-5-7695-4704-1, 11 экз.)

б) дополнительная литература

1. Боровков А.А. Математическая статистика [Текст] : учебник / А. А. Боровков. - СПб. : Лань, 2010. - 703 с. - ISBN 978-5-8114-1013-2 (1 экз.)
2. Боровков А. А. Теория вероятностей [Текст] / А. А. Боровков. - М. : Наука, 1976. - 352 с. (5 экз.)
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие для студ.вузов / В.Е. Гмурман. - 6-е изд.,стер. - М. : Высш.школа, 1998. - 479 с. - ISBN 506003464X (30 экз.)
4. Лакин Г.Ф. Биометрия [Текст] : учеб. пособие для студ. биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. - М. : Высш. шк., 1990. - 352 с. - ISBN 5-06-000471-6 (45 экз.)
5. Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / В. А. Колемаев, О. В. Староверов, В. Б. Турундаевский. - М. : Высш. шк., 1991. - 399 с. - ISBN 5-060-01545-9 (2 экз.)

в) программное обеспечение

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер

Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

Past3

Программная среда R

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области. справочный раздел содержит сведения о научных организациях и университетах России, в которых ведутся работы по математическому моделированию в биологии, персональную информацию о российских ученых, работающих в этой области и их трудах, аннотированный список международных и российских журналов, печатающих статьи по моделированию в биологии. Библиотека содержит библиографическую, аннотированную и полнотекстовую информацию по математическому моделированию биологических процессов, в том числе специально подготовленные электронные версии более 20 российских монографий и учебных пособий по математическим моделям в биологии.
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
3. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
4. <http://vm.psati.ru/downloads/uch-pos-tv.pdf> - учебное пособие «Теория вероятности и математическая статистика»
5. <http://www.statsoft.ru/> - портал Statsoft, содержит электронный учебник по статистике, русский перевод электронной помощи к пакету программ Statistica, ссылки на литературу по статистике.
6. <http://zyurvas.narod.ru/glavrus.html> - сайт Жерновского Ю.В., содержит электронную библиотеку и ссылки на Web-ресурсы по теории вероятности и математической статистике.
7. [mytwims.narod.ru](http://mytwims.narod.ru) - курс по теории вероятностей и математической статистике (Московский гос. авиационный институт);
8. [teorver-online.narod.ru](http://teorver-online.narod.ru) – учебник Манита А.Д. Теория вероятностей и математическая статистика (МГУ)
9. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
10. ЭБС «Руконт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
11. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
12. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Статистические методы в биологии» базируется на следующих ресурсах:

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 100 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации

большой аудитории по дисциплине «Математические методы в биологии»: проектор Epson EB-X05, экран Digis; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Математические методы в биологии» в количестве 3 шт., презентации по каждой теме программы.

- Аудитория для проведения занятий практического типа. Компьютерный класс. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок Pentium G850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок Pentium D 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ G955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot с неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок Pentium G850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок Pentium D 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ G955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.; Сейф – 1 шт.; Шкаф-купе - 2 шт.; Принтер цв. Canon LBR-5050 Laser Printer; Принтер Canon LBP-3010; Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт.

## **10. Образовательные технологии:**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий, доля которых составляет не менее 20 % аудиторных занятий. Доля лекционных занятий по дисциплине составляет 50 % от аудиторной нагрузки.

*Стандартные методы обучения:*

- Информационная лекция
- Практические занятия, предназначенные для освоения студентами методов математической статистики;
- Самостоятельная работа студентов;
- Консультации преподавателя;

*Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- кейс-метод – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной деятельности (разбор конкретных ситуаций);
- информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление рефератов с использованием специализированных программных сред;

- выполнение заданий (решение задач) с использованием компьютерных программ (MS Excel, Statistica и др.).

Все разделы дисциплины обеспечены контрольными материалами для текущей и промежуточной аттестации, которые представлены в электронно-образовательной среде Educa. Предусмотрена возможность проведения лекционных и практических занятий с использованием on-line видеоконференций (на платформах Zoom, BigBlueButton).

## 11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

### *Вопросы и задания для входного контроля*

1. Глухота и болезнь Вильсона (нарушение обмена меди) – рецессивные признаки. От брака глухого мужчины и женщины с болезнью Вильсона родился ребенок с обеими аномалиями. Какова вероятность рождения в этой семье здорового ребенка?
2. Полидактилия (многопалость) и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные аутосомные признаки. Гены этих признаков находятся в разных парах хромосом. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, где оба родителя страдают данными заболеваниями и гетерозиготны по этим парам генов?
3. Глаукома (заболевание глаз) имеет две формы. Одна форма определяется доминантным геном, а другая – рецессивным. Гены расположены в разных хромосомах. Какова вероятность рождения больного ребенка в семье: а) где оба супруга страдают разными формами глаукомы и гомозиготны по обоим парам генов;  
б) где оба супруга гетерозиготны по обоим парам генов?
4. Обволосение ушной раковины наследуется, как признак, сцепленный с Y-хромосомой. Какова вероятность рождения ребенка с этой аномалией в семье, где у отца есть этот признак?
5. У фасоли черная окраска семенной кожуры доминирует над белой. Определите вероятность появления семян разной окраски при скрещивании: 1) Aa x Aa; 2) AA x aa; 3) aa x AA; 4) aa x Aa.
6. Из слова БИОЛОГИЯ случайным образом выбирается одна буква. Какова вероятность того, что она окажется гласной?
7. Из тридцати выпускников биолого-почвенного факультета шестеро пошли работать в школу, восемь человек - в институты академии наук, четверо - в коммерческие структуры, а остальные поступили в магистратуру. Какова вероятность, что случайно выбранный выпускник продолжает обучение?
8. На семинар по биологии приехали 4 ученых из Италии, 6 из России и 5 из Норвегии. Порядок докладов определяется жеребьевкой. Найдите вероятность того, что вторым окажется доклад ученого из России.
9. Используя таблицу генетического кода дайте ответы на вопросы: а) какова вероятность, что случайная замена третьего нуклеотида в триplete UUU приведет к замене фенилаланина другой аминокислотой? б) какова вероятность, что случайная замена второго нуклеотида в триplete CAC не будет сопровождаться заменой гистидина на другую аминокислоту?
10. Что такое качественные и количественные признаки? Приведите примеры обеих групп признаков для биологических систем.
11. Каким образом можно сравнивать друг с другом независимые группы количественных данных?
12. Статистическое истолкование второго закона термодинамики Больцманом. В чем

заключается связь энтропии и информации?

13. В суть статистического подхода к описанию пространственной структуры биополимеров?
14. Что такое функция и область определения функции?
15. Какие виды функциональных зависимостей существуют?

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций.

#### *Контрольные вопросы для текущего контроля*

1. Определите цели статистического исследования.
2. Перечислите основные виды задач, возникающие при статистическом исследовании объектов.
3. Перечислите основные этапы в становлении биологической статистики.
4. Какую информацию включают в себя статистические данные?
5. Что такое совокупность? Приведите примеры совокупностей в биологии.
6. Чем отличается выборочная совокупности от генеральной?
7. Какой вид наблюдений называют вариационным рядом?
8. Перечислите принципы группировки данных при качественной дискретной и непрерывной изменчивости.
9. Какие графики используются для наглядного представления вариационного ряда?
10. Какие формулы используются для расчета средней арифметической?
11. Какие статистические характеристики используются для оценки варьирования изучаемого признака около средней арифметической?
12. Какая величина называется модой вариационного ряда?
13. В каком случае необходимо использовать моду или медиану для характеристики наиболее типичного значения варианта признака?
14. Что такое размах вариационного ряда, лимиты, мода и медиана.
15. Как определяется варианса и среднее квадратическое отклонение.
16. Что такое коэффициент вариации? В чем его отличие от среднего квадратического отклонения.
17. Приведите примеры биологических явлений, осуществление которых может быть оценено известной вероятностью.
18. Определите характеристики выборки, которые называются выборочными статистиками. Как они рассчитываются?
19. Что представляет собой доверительная вероятность и доверительный интервал?
20. Поясните сущность параметров, определяющих его размер.
21. Что такое нормальная вариационная кривая? Каковы ее характеристики?
22. Охарактеризуйте термины «доверительные границы», «доверительный интервал».
23. Как заданная вероятность влияет на величину доверительного интервала для оценки генеральных параметров?
24. Когда и с какой целью используется проверка статистических гипотез?
25. Какую гипотезу называют нулевой?
26. Какую гипотезу называют альтернативной?
27. Что такое уровень значимости? Укажите связь между уровнем значимости и вероятностью.
28. Перечислите известные Вам виды статистических критериев.
29. Какие распределения используются в виде критериев?
30. Какая из случайных величин служит для проверки гипотезы о нормальном законе распределения генеральной совокупности?

31. Какой критерий следует использовать при проверке гипотезы о нормальном распределении?
32. Какой критерий служит для сравнения двух средних нормально распределенных генеральных совокупностей?
33. Каковы закономерности распределения  $\chi^2$ .
34. Понятие вероятности и значимости в применении  $\chi^2$ .
35. В каких случаях используется критерий Стьюдента?
36. Поясните смысл критерия Фишера, приведите пример, когда он может применяться.
37. Каким образом определяется необходимый объем выборочной совокупности?
38. Приведите правила корректной статистической обработки результатов количественных измерений.
39. Приведите формулу для расчета числа параллельных экспериментов.
40. Поясните принцип оценки пригодности экспериментальных данных для большой и малой выборок.
41. Что такое положительная и отрицательная корреляция?
42. Как оценивается достоверность коэффициента корреляции?
43. Опишите виды зависимостей и методы их исследования.
44. В чем состоит сущность метода наименьших квадратов?
45. Как определяются коэффициенты уравнения регрессии с помощью метода наименьших квадратов?
46. В чем состоит сущность коэффициентов уравнения регрессии?
47. Приведите графическую интерпретацию модели регрессии.
48. Когда имеет смысл строить уравнение линейной регрессии между изучаемыми признаками?
49. Что представляет корреляционная зависимость? С какой целью она используется?
50. В чем состоят методы оценки коэффициента корреляции для генеральной совокупности?
51. Какие возможности предоставляют исследователю функциональные связи?
52. Опишите методы построения прогноза по модели регрессии.
53. Охарактеризуйте одностороннюю и двустороннюю регрессию.
54. Как определяется достоверность коэффициента регрессии?
55. Для чего необходимо планировать эксперимент? Поясните сущность полного факторного эксперимента.
56. Для чего используется дисперсионный анализ?
57. Каким образом устанавливается достоверность влияния изучаемого фактора?

*Демонстрационный вариант теста №1*

1. Основы науки, названной биометрикой, в 1899 году разработал:
  - а) Гальтон; б) Льюин; в) Фишер; г) Госсет.
2. Множество отдельных отличающихся друг от друга и в то же время сходных в некоторых отношениях объектов называется:
  - а) вариацией; б) дисперсией; в) совокупностью; г) медианой.
3. Объемом совокупности называют:
  - а) различия в совокупности; б) вариацию совокупности; в) число единиц в совокупности; г) дисперсию совокупности.

*Демонстрационный вариант теста №2*

1. Нулевая гипотеза основывается на следующем утверждении:
  - а) между данными показателями существуют значительные отличия; б) между данными показателями существуют незначительные отличия; в) между данными показателями различий нет.
2. Средняя ошибка коэффициента вариации вычисляется по формуле:

а)  $S_v = v / \sqrt{2n}$ ; б)  $S_v = v^2 \times \sigma$ ; в)  $S_v = v \times \sqrt{2n}$ ; г)  $S_v = v^2 / \sigma$ .

3. Правило трех сигм гласит:

а) если разница превышает свою ошибку почти в 3 раза, она достоверна с верностью 0,99; б) если разница не превышает свою ошибку, она достоверна с верностью 0,33; в) если разница меньше своей ошибки в 3 раза, она достоверна с верностью 0,99; г) если разница меньше своей ошибки в 6 раз, она достоверна с верностью 0,99.

### *Демонстрационный вариант расчетных задач*

#### **Тема 1-2.**

Длина тела у 30 особей байкальского вида Большеголовая широколобка (в см):

14,3; 14,3; 12,8; 13,0; 14,3; 10,9; 15,7; 12,0; 11,9; 14,5; 13,8; 10,9; 14,8; 14,4; 12,0; 14,0; 14,0; 14,8; 15,3; 13,0; 13,8; 15,3; 13,5; 13,6; 15,0; 13,8; 13,0; 13,7; 13,5; 16,5

Постройте вариационный ряд и полигон распределения, найдите среднее арифметическое, вариационный размах, дисперсию, стандартное отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии и медиану.

#### **Тема 3.**

Определите вероятность того, что в семье из 6 детей: а) все 6 будут девочки; б) все дети будут одного пола; в) первые 5 детей будут девочками, а 6-й ребенок – мальчик.

#### **Тема 4.**

Было изучено общее содержание азота в плазме крови крыс в возрасте 37 и 180 дней. Результаты выражены в граммах на 100 см<sup>3</sup> плазмы.

В возрасте 37 дней: 0,98; 0,83; 0,99; 0,86; 0,90; 0,81; 0,94; 0,92; 0,87.

В возрасте 180 дней: 1,20; 1,18; 1,33; 1,21; 1,20; 1,07; 1,13; 1,12.

Установите достоверность различий между выборками.

#### **Тема 5.**

Исследовалась взаимосвязь между высотой головы  $x$  и длиной 3-го членика усика  $y$  у *Drosophila funebris*. Для этого с помощью окуляр микрометра получены следующие данные по  $x$  и  $y$  (в делениях окуляр-микрометра). Что вы можете сказать о взаимосвязи признаков?

$x$ : 15 16 15 15 16 16 17 18 18 17 17 17 15 16 15 15 15 17 15 13 15 14 17 15 16 15 15 16 15 16

$y$ : 29 31 32 33 32 33 33 36 36 35 35 35 35 33 31 31 31 35 33 30 32 31 35 33 33 32 30 33 33 33

#### **Тема 6.**

Получены следующие данные о плодовитости мышей при облучении рентгеновскими лучами. Установите с помощью дисперсионного анализа, влияет ли облучение на плодовитость мышей.

Группы животных	Число мышат в помете
Контроль (без облучения)	8, 12, 11, 10
Доза 100 рад	8, 10, 7, 9
Доза 200 рад	7, 9, 6, 4

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация* проходит в форме зачета (8 семестр). Студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу и успешно сдавшие промежуточную аттестацию получают зачет автоматически. Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности, а затем сдают зачет по вопросам в виде собеседования.

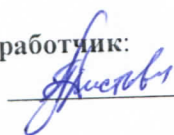
#### *Перечень вопросов к зачету*

1. Математическая статистика. Цели, задачи, история развития. Необходимость применения в биологии.
2. Основные понятия статистики: вариация, совокупность, случайная переменная и т.д.



3. Репрезентативность выборки. Методы рандомизации.
4. Группировка данных. Составление вариационного ряда.
5. Графическое представление вариационного ряда для дискретной и непрерывной вариации.
6. Описательная статистика: среднее арифметическое, мода, медиана, стандартное отклонение, коэффициент асимметрии.
7. Степени свободы. Коэффициент вариации. Перцентили.
8. Теория вероятности. Виды вероятностей.
9. Теоремы вероятностей.
10. Закономерности случайной вариации. Распределение вариантов в вариационном ряду.
11. Доверительная вероятность, доверительный интервал и уровень значимости. Степени свободы.
12. Нормальное распределение, его особенности и параметры.
13. Биноминальное распределение.
14. Распределение Пуассона.
15. Критерии  $\chi^2$ , особенности и область применения.
16. Средние ошибки для средней арифметической, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации. Их значение.
17. Нулевая гипотеза.
18. t-критерий Стьюдента.
19. F-критерий Фишера.
20. Критерий Манна-Уитни (U-критерий).
21. Корреляция и функциональная связь. Коэффициент корреляции.
22. Достоверность корреляции. Возможность отсутствия корреляции при наличии функциональной взаимосвязи между переменными.
23. Непараметрическая корреляция.
24. Регрессионный анализ. Связь между корреляцией и регрессией.
25. Линии регрессии и уравнения регрессии. Коэффициент регрессии.
26. Оценка достоверности теоретической регрессии.
27. Дисперсионный анализ, назначение и область применения.
28. Схема варьирования при различии по одному фактору.
29. Схема варьирования при различии по двум факторам.
30. Дискриминантный анализ.
31. Кластерный анализ.
32. Факторный анализ и анализ главных компонент.
33. Планирование одно- и многофакторного эксперимента.

Разработчик:



доцент кафедры Приставка А.А.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.