

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bfff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук
Кафедра общей биологии и биоэкологии

Согласовано
и.о. декана факультета естественных наук
« 25 » 03 2024 г.

/Лялина И.Ю./

Рабочая программа дисциплины

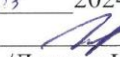
Вариативная статистика в биологии

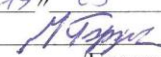
Направление подготовки
44.04.01 Педагогическое образование

Программа подготовки:
Современные технологии в преподавании биологии

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
факультета естественных наук
Протокол « 25 » 03 2024 г. № 8
Председатель УМКом 
/Лялина И.Ю./

Рекомендовано кафедрой общей
биологии и биоэкологии
Протокол от « 19 » 03 2024 г. № 10
Зав. кафедрой 
/Горбунев М.И./

Мытищи
2024

Авторы-составители:

Гордеев М.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей
биологии и биоэкологии

Власов С.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и
биоэкологии

Бега А.Г., ассистент кафедры общей биологии и биоэкологии

Рабочая программа дисциплины «Вариативная статистика в биологии» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России от 22.02.2018 г. № 126.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2024

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ..**Ошибка! Закладка не определена.**
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
Ошибка! Закладка не определена.
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**Ошибка! Закладка не определена.**
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ОБУЧАЮЩИХСЯ.....**Ошибка! Закладка не определена.**
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
Ошибка! Закладка не определена.
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**Ошибка!**
Закладка не определена.
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**Ошибка! Закладка не**
определена.
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**Ошибка!**
Закладка не определена.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Вариативная статистика в биологии»: формирование у магистрантов компетенций в области математического анализа биологических данных.

Задачи дисциплины:

- сформировать основные представления о принципах и методах применения математических методов в биологии;
- дать представление о планировании полевых исследований и постановки экспериментов;
- сформировать знания о методах проверки гипотез;
- развитие у студентов умений и навыков применения математической статистики в решении научных и практических вопросов в области биологии.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

СПК-2. Способен к преподаванию учебных курсов, дисциплин (модулей) по образовательным программам в образовательных организациях соответствующего уровня образования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Перед изучением дисциплины магистрант должен иметь достаточные знания по основам математической обработке информации в объеме программы бакалавриата педагогического образования, прослушав соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Полученные в процессе обучения знания могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при написании магистерской диссертации и в будущем процессе преподавания.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа:	22,2
Лекции	4
Практические занятия	18
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет с оценкой	0,2
Самостоятельная работа	78

Контроль	7,8
----------	-----

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой в 4 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Лекции	Практические занятия
Тема 1. Основы теории вероятности. Определение вероятности. Случайные события. Пространство элементарных событий. Операции над событиями. Сложение вероятностей. Условная вероятность и правило умножения вероятностей. Независимые события. Формула полной вероятности и формула Байеса. Случайные величины дискретные и непрерывные. Теория вероятностей и вариационная статистика.	2	2
Тема 2. Статистическое описание выборки. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Показатели центральной тенденции: средняя арифметическая, мода, медиана и их свойства. Показатели изменчивости: дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации. Ошибка репрезентативности выборочных параметров. Доверительный интервал. Асимметрия и эксцесс.		2
Тема 3. Статистическое оценивание. Случайные события: совместные и несовместные. Вероятность события, ее свойства. Закон больших чисел. Основные типы распределений признаков: биномиальное распределение, распределение Пуассона, альтернативное распределение, равномерное распределение. Нормальное распределение и его свойства. Показатели асимметрии и эксцесса. Применение показателей асимметрии и эксцесса для проверки гипотезы нормального распределения. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения. Распределения, связанные с нормальным.		2
Тема 4. Проверка статистических гипотез. Статистические гипотезы и их проверка. Понятие о нулевой и альтернативной гипотезе. Нормированное отклонение и оценка принадлежности вариации к выборке. Сравнение выборок по величине признака, изменчивости и характеру распределения. Параметрические (критерии t-Стьюдента, Фишера, χ^2 Пирсона и критерий λ Колмогорова-Смирнова). Непараметрические критерии (критерий U Уилкоксона – Манна – Уитни, критерий T Уайта, критерий Q Розенбаума).		2
Тема 5. Оценка влияния факторов: основы дисперсионного анализа. Статистические гипотезы, проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Способы разложения выборочных дисперсий комплекса на составляющие. Анализ однофакторных, двухфакторных,		4

многофакторных и иерархических комплексов. Оценка силы влияния регулируемых и нерегулируемых факторов на результирующий признак. Дисперсионный анализ случайных выборок из двух или большего числа совокупностей. Непараметрические методы анализа связи между количественными и качественными признаками.		
Тема 6. Зависимости между признаками: основы корреляционного анализа. Основные понятия и задачи корреляционного анализа. Параметрические показатели связи: коэффициент корреляции. Частная и множественная корреляция. Коэффициент детерминации. Нелинейная корреляция, корреляционное отношение и критерий линейности. Непараметрические показатели связи: коэффициент корреляции рангов; коэффициент ассоциации, коэффициент взаимной сопряженности, коэффициент корреляции знаков.		2
Тема 7. Зависимости между признаками: основы регрессионного анализа. Основные понятия и задачи регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ. Способы составления уравнения линейной регрессии по эмпирическим данным: метод средних уравнений и метод наименьших квадратов. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Аппроксимация зависимостей с помощью нелинейной регрессии. Основные виды уравнений нелинейной регрессии. Методы линеаризации нелинейных зависимостей. Оценка достоверности показателей регрессии.		2
Тема 8. Классификация объектов и многомерный статистический анализ. Цели применения многомерных методов в анализе данных. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов. Дискриминантный анализ в исследовании структуры объектов и признаков. Основные понятия и задачи кластерного анализа. Анализ дендрограмм кластерных решений. Основы и применение факторного анализа.	2	2
Итого:	4	18

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчетности
Введение в теорию вероятностей	Случайные события. Операции над событиями. Формула полной вероятности и формула Байеса. Переменные случайные величины: условия образования, типы и формы обозначений. Способы группировки первичных данных. Виды группировок: статистические таблицы и статистические ряды.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией Реферат.

Статистическое описание выборки	Понятие о генеральной совокупности и выборке. Определение понятия вариационный ряд, условия его образования и свойства. Свойства дисперсии. Способы вычисления степенных средних и показателей вариации. Структурные средние: медиана, мода и способы их вычисления. Точечные оценки: статистическая ошибка и показатель точности оценок.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией Реферат.
Статистическое оценивание	Основные типы распределений. Применение показателей асимметрии и эксцесса для проверки гипотезы нормального распределения. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией Реферат.
Проверка статистических гипотез	Статистические гипотезы и их проверка. Понятие о нулевой и альтернативной гипотезе. Параметрические критерии: условия применения, преимущества и недостатки. Критерии достоверности отличий выборочных данных. Степени свободы. Непараметрические критерии. Условия их применения. Сравнительная эффективность.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией Реферат.
Оценка влияния факторов: основы дисперсионного анализа	Статистические гипотезы, проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Сущность и требования к методу. Условия образования и виды дисперсионных комплексов. Непараметрические критерии в дисперсионном анализе (критерий Краскела-Уоллеса, критерий Фридмана). Их суть и условия применения.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией Реферат.
Зависимости между	Задачи корреляционного анализа. Вычисление парного	10	Анализ литературных	Учебно-методичес	Доклад с презентаци

признаками: основы корреляционного анализа	коэффициента корреляции Пирсона и проверка его значимости. Непараметрические критерии (коэффициент ранговой корреляции Спирмэна, коэффициент Кендалла).		ых источников , конспектирование	кое обеспечени е дисциплин ы	ией Реферат.
Зависимости между признаками: основы регрессионного анализа	Задачи регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. Доверительные интервалы и проверка гипотез в линейном регрессионном анализе.	8	Анализ литературн ых источников , конспектирование	Учебно-методическое обеспечени е дисциплин ы	Доклад с презентацией Реферат.
Классификация объектов и многомерный статистический анализ	Применения многомерных методов в анализе биологических данных. Метод главных компонент, анализ канонических корреляций.	10	Анализ литературн ых источников , конспектирование	Учебно-методическое обеспечени е дисциплин ы	Доклад с презентацией Реферат.
Итого		78			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.
СПК-2. Способен к преподаванию учебных курсов, дисциплин (модулей) по образовательным программам в образовательных организациях соответствующего уровня образования.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
-------------------------	--------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------------------

ии	и			ания	
УК-1	Порогов ый	1.Работа на учебных занятиях. 2.Самостоятель ная работа.	знать: - основные понятия и методы математической статистики; - общие закономерности группировки данных; - различные методы статистического анализа первичных данных. уметь: - решать задачи по биологической статистике; - самостоятельно анализировать статистические закономерности при решении биологических задач.	Опрос, контро льные задания .	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания контрольных заданий.
	Продвин утый	1.Работа на учебных занятиях. 2.Самостоятель ная работа.	знать: - методы математической обработки информации - основные методы систематизации экспериментального материала; - методы проверки гипотез. уметь: - определять объем выборок для проведения опытов; - систематизировать и анализировать полученные данные; - использовать математические методы в прикладных задачах будущей деятельности. владеть: - полным аппаратом математической статистики при решении конкретных задач; - методами статистической обработки данных в различных областях биологических исследований;	Доклад , презент ация. Рефера т.	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации Шкала оценивания реферата.

			- навыками работы с прикладными пакетами программ; - методикой преподавания освоенного курса.		
СПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать: - основные понятия и методы математической статистики; - общие закономерности группировки данных; - различные методы статистического анализа первичных данных. уметь: - решать задачи по биологической статистике; - самостоятельно анализировать статистические закономерности при решении биологических задач.	Опрос, контрольные задания.	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания контрольных заданий.
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать: - методы математической обработки информации - основные методы систематизации экспериментального материала; - методы проверки гипотез. уметь: - определять объем выборок для проведения опытов; - систематизировать и анализировать полученные данные; - использовать математические методы в прикладных задачах будущей деятельности. владеть: - полным аппаратом математической статистики при решении конкретных задач; - методами	Доклад, презентация. Реферат.	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации Шкала оценивания реферата.

			статистической обработки данных в различных областях биологических исследований; - навыками работы с прикладными пакетами программ; - методикой преподавания освоенного курса.		
--	--	--	--	--	--

Шкалы оценивания Шкала оценивания опроса

Показатель	Баллы
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; магистрант умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины	2
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); магистрант умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины	1
Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины	0

Максимальное количество баллов – 5 (по 2 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания доклада

Показатель	Баллы
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	5
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	2
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, магистрант допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1
Максимальное количество баллов 10	

Шкала оценивания презентации

Показатель	Баллы
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии <i>PowerPoint</i> .	5
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (не более двух).	2

Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии <i>PowerPoint</i> использованы лишь частично.	1
Максимальное количество баллов 10	

Шкала оценивания реферата

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Реферат	Содержание соответствуют поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	14 - 20
	Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	10-13
	Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	6-9
	Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.	0-5

Максимальное количество баллов – 20

Шкала оценивания контрольных заданий

Для оценки контрольных заданий используются следующие критерии:

0-20 % правильных решений оценивается как «неудовлетворительно» (2-балла);

30-50% - «удовлетворительно» (3-5 баллов);

60-80% - «хорошо» (6-8 баллов);

80-100% – «отлично» (8-10 баллов).

Максимальное количество баллов – 20 за 2 тестирования

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные темы практических занятий:

Тема 1: Основы теории вероятности и вариационной статистики.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Случайные события. Операции над событиями. Независимые события. Формула полной вероятности. и формула вероятностей гипотез. Переменные случайные величины: условия образования. Способы группировки первичных данных. Виды группировок: статистические таблицы и статистические ряды.

Тема 2: Статистическое описание выборки.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Показатели центральной тенденции: средняя арифметическая, мода, медиана и их свойства. Показатели вариации: среднее отклонение, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, нормированное отклонение. Ошибка репрезентативности выборочных параметров. Доверительный интервал. Основные формулы для расчетов ошибки средней арифметической и показателя точности оценки. Расчет ошибок дисперсии, стандартного отклонения, коэффициента вариации.

Решение задач.

Тема 3: Законы распределения.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Вероятность события, ее свойства. Основные типы распределений признаков: биномиальное распределение, распределение Пуассона, альтернативное распределение, равномерное распределение. Нормальное распределение и его свойства. Распределения, связанные с нормальным. Проверка нормальности распределения биологических признаков по показателям асимметрии, эксцесса и критерия хи-квадрат.

Решение задач.

Тема 4: Проверка статистических гипотез.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Нулевая и альтернативная гипотезы. Параметрические и непараметрические критерии оценки. Нормированное отклонение и оценка принадлежности варианты к выборке. Сравнение выборок по величине признака, изменчивости и характеру распределения. Параметрические (критерии t-Стьюдента, Фишера, χ^2 Пирсона и критерий λ Колмогорова-Смирнова). Непараметрические критерии: критерий Ван-дер-Вардена, критерий Манна-Уитни, критерий знаков, критерий Уилкоксона; основные способы вычислений.

Решение задач.

Тема 5: Однофакторный дисперсионный анализ.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Статистические гипотезы, проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Факториальная, случайная и общая дисперсии. Составление и решение однофакторных дисперсионных комплексов, оценка силы влияния регулируемых и нерегулируемых факторов. Реализация однофакторного дисперсионного анализа в статистических программах (ANOVA).

Решение задач.

Тема 6: Двухфакторный дисперсионный анализ.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Составление и решение двухфакторных дисперсионных комплексов, оценка силы влияния регулируемых и нерегулируемых факторов. Реализация многофакторного одномерного дисперсионного анализа в статистических программах (ANOVA).

Решение задач.

Тема 7: Корреляционный анализ.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Задачи корреляционного анализа. Параметрические показатели связи: коэффициент корреляции. Способы вычисления линейного коэффициента корреляции. Способы вычисления коэффициента корреляции качественных признаков. Частная и множественная корреляция. Коэффициент детерминации. Нелинейная корреляция, корреляционное отношение и критерий линейности. Непараметрические показатели связи. Реализация корреляционного анализа в статистических программах.

Решение задач.

Тема 8: Регрессионный анализ.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Составление уравнения линейной регрессии методом средних уравнений и методом наименьших квадратов. Нахождение коэффициентов регрессии. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Основные виды уравнений нелинейной регрессии. Методы линеаризации нелинейных зависимостей. Оценка достоверности показателей регрессии. Реализация регрессионного анализа в статистических программах.

Решение задач.

Тема 9: Анализ факторов в многомерном статистическом анализе.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Цели применения многомерных методов в анализе данных. Анализ дендрограмм кластерных решений. Факторный анализ. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов. Дискриминантный анализ в исследовании структуры объектов и признаков. Использование дискриминантного анализа для решения прикладных задач систематики и генетики.

Примерный перечень вопросов для опроса

1. Что такое статистические и динамические совокупности?
2. Каковы достоинства и недостатки выборочного метода исследования?
3. Что такое статистические комплексы?
4. Что такое вариационный ряд, варианта?
5. Что такое совокупность?
6. Какие требования предъявляются к выборке?
7. Что такое репрезентативность выборки?
8. По какой формуле можно определить необходимый объем выборочной совокупности?
9. Перечислите основные статистические показатели.
10. Что такое средняя арифметическая?
11. Что такое средняя квадратическая?
12. Что такое средняя геометрическая?
13. Что такое средняя гармоническая?
14. Что такое мода и медиана?
15. Что такое стандартное отклонение?
16. Что такое дисперсия?
17. Что такое коэффициент вариации?
18. Какие параметры характеризуют нормальное, биномиальное и пуассоновое распределения?
19. Что такое правило 3-х сигм (3σ)?
20. Каковы причины асимметричных распределений?
21. Какие типы распределений, характерные для биологических объектов?
22. Что такое средняя ошибка?

23. В чем заключается ошибка выборочности?
24. Что такое уровень значимости?
25. Что такое нулевая гипотеза?
26. Ошибки I и II рода.
27. Как оцениваются статистические параметры χ , σ , ν ?
28. Когда надо пользоваться t-распределением Стьюдента?
29. Параметрические критерии проверки гипотез.
30. Непараметрические критерии проверки статистических гипотез.
31. К каким критериям относятся критерий Ван-дер-Вардена, Т-критерий Уайта, критерий знаков, W-критерий Вилкоксона?
32. Зачем нужно измерять соответствие фактических данных ожидаемым?
33. Для чего используют критерий χ^2 хи-квадрат К. Пирсона?
34. Каковы закономерности распределения хи-квадрат?
35. В каких целях применяют дисперсионный анализ?
36. Напишите на бумаге схемы варьирования при одном факторе, при двух и при иерархической схеме.
37. Как установить достоверность влияния изучаемого фактора?
38. Определите понятие "корреляция".
39. Перечислите типы корреляций, приведите примеры.
40. Что такое коэффициент детерминации?
41. Как рассчитать коэффициент корреляции (r) для малых и больших выборок?
42. Каким образом можно определить существенность коэффициента корреляции?
43. Как оценить достоверность r , достоверность разницы между двумя r .
44. Может ли r быть равным 0? Когда $-1 \leq r \leq 1$? Почему?
45. Определить понятие "регрессия".
46. Какие бывают формы регрессии?
47. Почему коэффициент регрессии надо называть выборочным?

Примерные задания для контроля.

1. Для лечения некоторой хронической болезни применяются пять лекарств а, b, c, d, e. Врач хочет провести сравнительное исследование трех из этих пяти лекарств. Три исследуемых лекарства врач отбирает из данных пяти случайным образом. Чему равна вероятность того, что: а) лекарство а будет исследовано? б) будут исследованы лекарства а и b? в) будет исследовано по крайней мере одно из лекарств а и b?
2. Классифицируются n особей по r признакам, $n \geq r$. Найдите вероятность того, что никакие две особи не принадлежат к одному и тому же классу. Все возможные распределения особей по классам равновероятны.
3. Предположим, что в семье с тремя детьми все возможные распределения детей по полу равновероятны. Событие А «в семье имеются дети обоих полов» и событие В «в семье имеется не более одной девочки». 1) События А и В независимы? 2) А для семьи, имеющей двоих детей, события А и В независимы?
4. Предположим, что 5 % всех мужчин и 0,25 % всех женщин дальтоники. Наугад выбранное лицо оказалось дальтоником. Какова вероятность того, что это мужчина? (Считать, что мужчин и женщин одинаковое число.)
5. При рентгеновском обследовании вероятность обнаружить заболевание туберкулезом у больного туберкулезом равна 0,9. Вероятность принять здорового человека за больного равна 0,01. Пусть доля больных туберкулезом по отношению ко всему населению равна 0,001. Найдите вероятность того, что человек здоров, если он был признан больным при

обследовании.

6. В родительской популяции генотипы AA, Aa, aa встречаются с частотами p^2 , $2pq$, q^2 , соответственно $p + q = 1$. Найдите распределение генотипов потомков (предполагается случайное скрещивание).

7. Найдите три вероятности того, что потомок имеет генотип AA, если одна из родительских особей (мужская или женская) имеет генотип: (1) AA, (2) Aa, (3) aa. Другая родительская особь имеет один из генотипов AA, Aa, aa. В родительской популяции генотипы AA, Aa, aa встречаются с частотами p^2 , $2pq$, q^2 , соответственно, и $p + q = 1$ (предполагается случайное скрещивание).

8. В родительской популяции генотипы AA, Aa, aa встречаются с частотами p^2 , $2pq$, q^2 , соответственно, и $p + q = 1$ (предполагается случайное скрещивание). Известно, что их потомок имеет генотип AA. Найдите вероятность того, что его брат имеет генотип Aa.

9. Имеется пять независимых проб воздуха единичного объема. Число бактерий в каждой пробе распределено по закону Пуассона с параметром λ , равным 2. Найдите вероятность того, что, по крайней мере, в одной пробе имеется не менее трех бактерий.

10. Каково должно быть математическое ожидание числа бактерий в единичной пробе, чтобы вероятность того, что в пробе имеется хотя бы одна бактерия, была не меньше $1/2$?

11. Имеется пять проб воздуха единичного объема. Математическое ожидание числа бактерий в каждой пробе равно 2. Найдите вероятность того, что, по крайней мере, в одной пробе имеется не менее двух бактерий.

12. Вес цыплят белых леггорнов (в г) за 2 месяца был следующим: 1-я неделя – 62,7; 2-я – 121,4; 3-я – 193,0; 4-я – 380,0; 5-я – 481,0; 6-я – 504,0; 7-я – 719,0; 8-я – 759,0. Определите, на сколько увеличился вес по неделям, и после этого вычислите средний привес по формуле средней геометрической.

13. Были установлены следующие показатели высоты в холке (в см):

	$\bar{x}$	σ
Для телят	60	3
Для молодых коров	100	5

Отличаются ли они по степени изменчивости?

14. В горизонтальных слоях было найдено на каждом квадратном метре поверхности следующее количество экземпляров ископаемого млекопитающего *Litolestesnotissimus*:

Количество экземпляров на квадрат	0	1	2	3	4	5	6
Количество квадратов	16	9	3	1	1	0	0

Определите среднее, σ и σ^2 . К какому типу относится данное распределение?

15. При обследовании 150 взрослых мужчин средний рост был равен 167 см, а $\sigma = 6$ см. В каких пределах находится средняя арифметическая генеральной совокупности с вероятностью 0,99? С вероятностью 0,95?

16. Предполагается произвести выборочным методом определение среднего веса зерен партии пшеницы. Сколько зерен должна содержать выборочная совокупность, чтобы с вероятностью 0,95 отклонение полученного в выборке среднего веса зерен от среднего веса зерен во всей партии не превышало 0,001 г? В предыдущих обследованиях $\sigma = 0,05$ г.

17. Кролик имеет вес 2,0 кг, длину ушей 21см, а средние показатели для популяции в целом равны соответственно 3,5 кг и 25см при сигмах 1,0 и 3,7. Каков измеренный нами кролик по отношению к популяции в целом?

18. Рассчитайте доверительный интервал для средней каждого ряда.

Высота растений нивяника обыкновенного (см):

1) На вершине холма:

34,0; 35,5; 26,0; 29,5; 30,0; 19,5; 33,0; 32,5; 32,0; 18,0; 46,0; 37,5; 23,5; 29,0; 26,5

2) Внизу холма:

43,0; 50,5; 59,5; 51,0; 49,0; 50,5; 39,5; 61,5; 48,0; 51,0; 46,0; 49,5; 47,0; 56,5; 57,5

19. Определите методом хи-квадрат, достоверна ли разница в соотношении полосатых и гладких форм между двумя популяциями улитки *Cepaeanemoralis*:

Местность	Количество улиток		Всего
	Полосатых	Гладких	
Эмеренвиль	32	2	34
Орсэ	120	13	133
Всего	152	15	167

20. Имеются данные о распределении 80 самок серебристо-черных лисиц по количеству щенков в помете:

Классы	Частоты
1	1
2	4
3	10
4	39
5	13
6	7
7	3
8	2
9	1
	$n=80$

Проверьте соответствие вариационного ряда теоретическому, предполагая биномиальное распределение.

21. Изучали продолжительность развития эмбрионов (в днях) кроликов разных пород:

Породы	Продолжительность развития отдельных крольчат									
Альбиносы	30	36	31	30	34	32	34	32	33	32
	35	32	31	33	33	35	31	33	32	33
Шиншилла	31	32	30	34	32	31	30	31	30	31
	30	32	31	32	30	31	33	32	32	33
Голландские	30	29	30	31	30	30	30	31	31	31
	30	31	29	32	31	31	30	31	31	31

Польские	30	31	29	30	29	30	29	31	29	30
	30	30	31	30	30	30	31	30	31	30

Влияет ли породность на продолжительность развития эмбрионов кроликов?

22. Исследовали рачков на различных участках озера Байкал. Изучали количество и длину тела ветвистоусы рачков *Leptodora kindtii*. Результаты исследования приведены в таблице. Проведите двухфакторный дисперсионный анализ данных по содержанию нематод.

Эко-трофические группы	Средние размеры тела (мм)				
	1,7	2,3	3	4,5	5,6
Южный Байкал	6	10	15	20	8
Средний Байкал	8	9	6	5	7
Баргузинский залив	40	69	78	83	18
Чивыркуйский залив	56	45	19	55	6

23. Изучено количество водных насекомых в разные сезоны года в пробах из двух рек Северной Каролины (США):

Месяцы и годы	Отдельные пробы											
	речка 1-я								речка 2-я			
Декабрь 1952	7	19	18	9	1	15	25	16	10	9	28	14
Март 1953	29	114	24	37	49	64	35	22	18	45	29	27
Июнь 1953	124	63	83	51	81	106	20	26	38	44	127	52
Сентябрь 1953	72	100	67	87	68	9	40	263	189	45	100	115

Примените дисперсионный анализ для установления влияния на количество насекомых сезона года (фактор А) и места сбора насекомых (фактор В).

24. Исследовали влияние гемолитического яда-фенилгидразина – на концентрацию ретикулоцитов (молодых клеток крови) в крови крыс. В опыте использовали три группы крыс: 1 – интактные животные (без каких-либо вмешательств), 2 – введение фенилгидразина, 3 – введение фенилгидразина и 0,9% NaCl. Получили следующие результаты. Провести статистическую обработку экспериментальных данных с помощью дисперсионного анализа, критерия Стьюдента с поправкой Бонферони и критерия Ньюмена-Кейлса.

№ Крысы	Группы		
	Инт-ные	Фенилгидразин	Фенилгидразин + 0,9% NaCl
1	20,0	109,1	158,1
2	30,1	115,1	152,3
3	23,4	114,7	157,1
4	27,8	116,2	159,6
5	20,1	103,6	154,7
6	23,4	114,8	157,2
7	23,3	110,0	151,0
8	22,8	109,0	160,2
9	18,2	112,0	149,1

10	21,0	115,1	156,8
----	------	-------	-------

25. Длины первого молярного x и второго молярного y зубов у ископаемого млекопитающего *Phenacodus primaevus* оказались следующими (в мм):

x	10,7	10,8	10,6	10,7	10,1	11,2	11,4	12,1	12,3	12,0	12,3	12,7	12,9
y	11,2	10,9	10,5	10,5	9,6	11,2	11,3	12,2	12,1	11,7	11,0	13,2	13,0
x	12,8	13,1	13,3	13,3	13,4	12,7	12,5	12,7	13,6	13,5	13,7	13,6	13,8
y	12,2	13,4	12,6	12,2	12,0	11,2	11,4	11,3	13,6	13,2	12,7	12,9	12,3

Определите коэффициент корреляции, оцените его достоверность и установите доверительные границы при $P = 0,05$.

26. Между живым и убойным весом свиней на материала 533 голов был получен $r = 0,986$. Каковы доверительные границы этого коэффициента корреляции при вероятности 0,95?

27. Используя коэффициент ранговой корреляции Спирмена определите существование, силу и направление связи между признаками.

Исследовали активность ЛДГ (Ед/л) в артериальной и венозной крови, взятой из сосудов пуповины новорожденных.

Получены следующие результаты

Артериальная кровь	Венозная кровь
342	919
731	784
633	700
596	692
564	630
572	698
528	655
661	631
369	892
591	639
615	657
637	679
661	704
773	793
625	753
742	800
373	895
568	577

Оцените достоверность коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

28. В 36 анализах крови определяли: x – число эритроцитов (в миллионах), y – содержание гемоглобина (в %) и z – оседание крови за 24 часа (в мм):

x	0,80	0,71	2,63	3,19	2,80	3,14	3,21	3,28	3,63	3,30	4,10	3,29
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

y	22	45	61	66	72	83	73	82	78	82	81	82
z	8	18	24	26	28	29	30	30	30	30	32	32
x	3,46	3,32	3,11	3,28	3,66	3,90	4,33	3,80	3,82	3,81	4,20	4,47
y	77	80	82	79	84	75	82	79	87	87	87	90
z	32	33	33	34	34	34	34	35	36	37	37	38
x	3,71	4,22	3,90	4,36	1,30	2,50	2,80	3,10	2,87	3,68	3,59	3,40
y	97	96	92	94	27	50	63	71	70	72	76	71
z	40	40	40	44	12	20	26	28	29	30	30	30

Определите коэффициент корреляции r_{xy} , r_{xz} и r_{yz} и коэффициенты частной корреляции $r_{xz \cdot y}$, $r_{xy \cdot z}$, $r_{yz \cdot x}$.

29. Рассчитать значения частного (r_{xy}) и множественного ($r_{x \cdot yz}$) коэффициентов корреляции между признаками x - длина соцветия, y - длина листа и z - высота растения, а также ошибки рассчитанных коэффициентов. Сделать выводы о достоверности полученных коэффициентов, объяснить смысл полученных коэффициентов. Значения парных коэффициентов корреляции следующие: $r_{xy}=0,34$; $r_{yz}=0,61$; $r_{xz}=0,83$. Объем выборки равен 100. Стандартное значение коэффициента Стьюдента при числе степеней свободы 97 и уровне значимости 1% равно 1,98.

30. Вычислите коэффициент регрессии по следующему ряду данных (в мм) о длине хвоста (x) и общей длине тела (y) у самок королевской змеи *Lampropeltis polyzona*:

x	37	49	50	51	53	54	68	86	93	106
y	284	375	353	366	418	408	510	627	683	820
x	130	137	142	142	146	149	155	156	187	
y	1056	986	1086	1086	1078	1122	1254	1202	1387	

Составьте уравнение регрессии и определите достоверность b.

31. Определяли количество белка в рационе, необходимое для поддержания нулевого азотистого баланса. Связь суточного потребления азота и азотистого баланса определяли при калорийности суточного рациона в 37 и 33 ккал/кг. Найдите уравнения линейной регрессии для обеих групп. Является ли различие между данными уравнениями регрессии статистически значимыми?

Калорийность суточного рациона			
37 ккал/кг		33 ккал/кг	
Потребление азота, мг/кг	Азотистый баланс, мг/кг	Потребление азота, мг/кг	Азотистый баланс, мг/кг
49	-30	32	-32
47	-22	32	-20
50	-29	32	-17
76	-22	51	-10
77	-15	53	-20
99	-10	51	-18
98	-11	52	-21
103	-10	74	4
118	-1	72	-16
105	-4	74	-14
100	-13	98	6
98	-14	97	-7

32. Следующее уравнение выражает зависимость между количеством отелов коров x и удоем за лактацию y (в кг) в пределах первых 7 отелов: $y = 1800 + 70x$. рассчитайте теоретические удои коров после отелов, начиная с первого и кончая седьмым, и изобразите эту закономерность на графике.

33. По данным, приведенным в таблице, вычислить коэффициенты в уравнении регрессии y/x . Связь между переменными предполагается линейной ($y=a+bx$). Построить график теоретической и эмпирической линий регрессии. Проверить с помощью критерия χ^2 совпадение теоретической и эмпирической линии регрессии. Стандартное значение критерия при числе степеней свободы, равном 7, и уровнях значимости 1 и 5% равны 18,475 и 14,067 соответственно.

X	1,2	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
y								
15	4	5						
25	1	3	1					
35	2	3	6	5	3	1		
45		5	9	19	8	7	2	1
55		1	2	7	16	9	4	2
65			1	5	6	4	2	2
75							1	3

Примерные темы докладов и презентаций

1. Роль статистического анализа в биологических исследованиях.
2. Основные показатели вариационного ряда и техника его построения.
3. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения.
4. Непараметрические критерии и их использование в биометрическом анализе.
5. Реализация однофакторного дисперсионного анализа в статистических программах (ANOVA).
6. Реализация многофакторного одномерного дисперсионного анализа в статистических программах (ANOVA).
7. Реализация корреляционного анализа в статистических программах.
8. Реализация непараметрических методов корреляционного анализа в статистических программах.
9. Реализация линейного регрессионного анализа в статистических программах.
10. Реализация нелинейного регрессионного анализа в статистических программах.
11. Реализация факторного анализа в статистических программах.
12. Реализация дискриминантного анализа в статистических программах.

Примерная тематика рефератов

1. Статистика, ее место в системе биологических наук.
2. Роль вариационной статистики в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов биологического профиля.

3. Причины варьирования результатов наблюдений.
4. Основные понятия вариационной статистики, группировка первичных данных.
5. Обзор свободного программного обеспечения для статистического анализа. Возможности различных пакетов.
6. Использование многомерного факторного анализа в биологических исследованиях.
7. Использование дискриминантного анализа для решения прикладных задач систематики и генетики.
8. Статистические методы в фаунистическом анализе.
9. Статистические методы в биогеографическом анализе.

Примерные вопросы к зачету с оценкой

1. Понятие события. Достоверные, невозможные, совместные, несовместные, противоположные события.
2. Сложение вероятностей. Условная вероятность и правило умножение вероятностей. Независимые события.
3. Формула полной вероятности и формула Байеса.
4. Случайная величина. Дискретная и непрерывная случайные величины. Закон распределения дискретной случайной величины.
5. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Отклонение случайной величины. Дисперсия дискретной случайной величины. Среднее квадратичное отклонение случайной величины.
6. Генеральная совокупность и выборка. Репрезентативность выборки.
7. Статистический анализ случайной выборки. Оценка ошибок выборки. Оценка необходимого объема выборки.
8. Вариационные ряды. Классовый интервал. Техника построения вариационных рядов.
9. Сравнение выборочных параметров. Нулевая гипотеза. Уровень существенности. Степени свободы. Параметрические и непараметрические критерии различия.
10. Теоретические и эмпирические распределения. Биноминальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение.
11. Ассиметрия и эксцесс. Кривые Пирсона. Сравнение эмпирических и теоретических распределений.
12. Проверка нормальности распределения признака с помощью показателей асимметрии и эксцесса.
13. Сравнение выборок с помощью параметрических критериев.
14. Непараметрические критерии и их использование при проверки статистических гипотез.
15. Изучение влияния факторов. Дисперсионный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ.
16. Двухфакторный дисперсионный анализ.
17. Реализация дисперсионного анализа в прикладных статистических программах.
18. Корреляция между признаками. Коэффициент корреляции. Оценка достоверности коэффициента корреляции.
19. Нелинейная корреляция. Оценка нелинейности связи.
20. Корреляционное отношение. Способ его вычисления. Оценка достоверности корреляционного отношения.
21. Непараметрические методы оценки корреляции.
22. Множественная корреляция. Биноминальный коэффициент корреляции.
23. Понятие регрессии. Уравнение линейной регрессии.
24. Коэффициент регрессии. Свободный член уравнения регрессии. Оценка достоверности коэффициента.
25. Нелинейная регрессия. Методы интерполяции.
26. Линейный и нелинейный множественный регрессионный анализ.

27. Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа.
28. Кластерный анализ.
29. Канонический анализ.
30. Использование дискриминантного анализа при исследовании структуры биологических объектов.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Программа освоения дисциплины предусматривает опрос и собеседование, подготовку доклада и презентации, реферата, выполнение практических заданий, тестирование.

Оценивание выполнения доклада

Доклад – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Доклад делается в устной форме. Объем доклада – не более 5 листов формата А4, размер кегля – 14, интервал между строками – 1,5.

Для устного доклада важным является соблюдение регламента (5-7 минут). Кроме того, доклад должен хорошо восприниматься на слух и не должен содержать слишком длинных предложений, сложных фраз и т. п.

Оценивание выполнения презентации

Презентация – представление магистрантом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе. Текстовый материал должен быть написан достаточно крупным кеглем (не менее 24 размера); на одном слайде следует размещать не более 2 объектов и не более 5 тезисных положений; цвет на всех слайдах одной презентации должен быть одинаковым. Количество слайдов – 15-20.

Оценивание реферата

Реферат – продукт самостоятельной работы, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Максимальное количество баллов, которое может набрать магистрант в течение семестра за различные виды работ – 80 баллов.

- опрос – 10 баллов,
- доклад – 10 баллов
- презентация – 10 баллов
- реферат – 20 баллов
- контрольная работа – 20 баллов,
- зачет – 30 баллов.

Шкала оценивания зачета с оценкой

Критерий оценивания	Баллы
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы	30

ранее приобретенные знания.	
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	20
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	10
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Баллы, полученные студентом по текущему контролю и промежуточной аттестации	Оценка в традиционной системе
81 – 100	отлично
61 - 80	хорошо
41 - 60	удовлетворительно
0 - 40	неудовлетворительно

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

1. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Юрайт, 2022. — 207 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/492334>
2. Стефанов, В.Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. - М. : Юрайт, 2019. - 252с. – Текст: непосредственный
3. Харченко, Л. Н. Методика и организация биологического исследования : учебное пособие для вузов. — Москва : Юрайт, 2023. — 139 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/520217>

6.2. Дополнительная литература:

1. Анализ данных : учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]. — Москва : Юрайт, 2023. — 490 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/511020>
2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 164 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/515268>
3. Катмаков, П. С. Биометрия : учебное пособие для вузов / П. С. Катмаков, В. П.

- Гавриленко, А. В. Бушов . — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 186 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/509561>
4. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 136с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/495895>
5. Ризниченко, Г. Ю. Динамика популяций : учебное пособие для вузов . — Москва : Юрайт, 2023. — 46 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/520444>
6. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Ч.1. — Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. — 230 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92043.html>

6.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Рекомендуемое свободное программное обеспечение:

1. Статистическая среда R www.r-project.org
2. <http://ecology.msu.montana.edu/labds/R/> - лабораторные работы по статистике в R для студентов экологического факультета университета в Монтане.
3. Статистическая программа Past <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
(Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.)

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)
7-zip
Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.