

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ Н. А. Ломтева

«20» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
фундаментальной биологии
_____ Н. А. Ломтева

«20» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы в естественных науках»

Составитель(и)	Кулешова О.Н., к.б.н., доцент
Направление подготовки / специальность	06.03.01 Биология.
Направленность (профиль) ОПОП	Биоинженерия и биотехнология
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	Очная
Год приёма	2022
Курс	3
Семестр(ы)	5

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины «Математические методы в естественных науках» ознакомить студентов с базовой системой знаний о принципах и моделях функционирования функциональных систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- овладеть теоретическими основами соответствующих разделов теории вероятностей и математической статистики;
- сформировать представления о модели, как основной форме существования математики в биологии;
- усвоить студентами основных приемов и методов современного биостатистического анализа на основе использования специализированных программных средств;
- ознакомить студентов с направлениями и методами использования математических моделей для описания биологических событий в области генетики, физиологии, экологии и других разделов биологии;
- приобрести знания о роли объективной интерпретации привносимых в биологию математических идей и навыков корректного использования математических моделей;
- овладеть современными методами статистического анализа и описания экспериментальных данных, применение их при планировании, проведении и оценке результатов исследования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Математические методы в биологии» относится к обязательной части и осваивается в 5 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- «Введение в информационные технологии»

Знания: способов представления различной информации в компьютере, преобразования различной информации, методов и алгоритмов работы с цифровой информацией.

Умения: владение всеми видами компьютерной деятельности: машинописью, чтением и редактированием;

Навыки: использовать готовые прикладные компьютерные программы в соответствии с типом решаемых задач и по выбранной специализации; понимать и использовать основные понятия, связанные со сложностью вычислений (время работы, размер используемой памяти); использовать электронные таблицы для выполнения учебных заданий из различных предметных областей; владение навыками алгоритмического мышления и понимание методов формального описания алгоритмов, владение знанием основных алгоритмических конструкций, умение анализировать алгоритмы; владение способами представления, хранения и обработки данных на компьютере; – владение компьютерными средствами представления и анализа данных в электронных таблицах;

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Полученные в процессе освоения дисциплины «Математические методы в биологии»: знания, умения и навыки, будут использованы при выполнении практической части выпускной квалификационной работы, планировании, постановке эксперимента, работе по математической обработке полученных в ходе выполненной работы данных

1	Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.	5	2		2		6	Индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
2	Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение.	5	2		2		10	Индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
3.	Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения.	5	2		2		10	Контрольная работа, индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
4	Раздел 4. Сравнение двух выборок. Параметрические критерии.	5	2		2		10	Индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
5	Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии.	5	2		2		10	Контрольная работа, индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
6	Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса.	5	4		4		14	Индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
7	Раздел 7. Корреляционный анализ.	5	4		4		12	Контрольная работа, индивидуальные и ситуационные задания, устный опрос
ИТОГО			18	18			72	ЭКЗАМЕН

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК-6	
Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.	10	*	1
Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение.	14	*	1
Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения.	14	*	1

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК-6	
Раздел 4. Сравнение двух выборок. Параметрические критерии.	14	*	1
Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии.	14	*	1
Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса.	22	*	1
Раздел 7. Корреляционный анализ.	20	*	1
Итого	108		1

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.

История формирования математической биологии. Структура и содержание математической биологии. Биометрия. Измерение и обработка данных. Наблюдение и эксперимент в биологических исследованиях. Группировка первичных данных. Статистические методы в биологических исследованиях. Выборочная совокупность, как модель генеральной совокупности.

Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение.

Статистические характеристики варьирующих биологических объектов. Описательная статистика. Основные характеристики варьирующих биологических совокупностей. Среднее арифметическое, взвешенное среднее арифметическое Стандартное отклонение Медиана Ошибки репрезентативности. Причины их возникновения. Квартили. Нормированное отклонение. Артефакты.

Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения.

Теория репрезентативности. Способы составления выборочной совокупности. Изучение организации статистических программ. Основные этапы анализа данных. Регистрация первичных данных, составлению лабораторных журналов. Варьирование. Вариационные ряды, их графическое изображение. Визуальные методы исследования: гистограммы, графики, диаграммы рассеяния. Нормальное распределение. Правило трех сигм. Биномиальное распределение.

Раздел 4. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.

Выборочный метод и оценка генеральных параметров. Достоверность. Точечные и интервальные оценки. Доверительные интервалы. Уровни значимости. Критерии достоверности. Оценка достоверности выборочных показателей. Надежность. Параметрические и непараметрические критерии оценок. Т-критерий Стьюдента. История возникновения метода. Алгоритм расчета. Модификации методики. Условия применения и ограничения применения метода.

Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии.

Непараметрические критерии. Отличия от параметрических. Условия и особенности применения. Критерий χ^2 («хи-квадрат»). Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода. U-критерий Манна Уитни. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.

Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса.

Сравнение нескольких групп. Дисперсионный анализ. Цели и условия применения метода. Оценки дисперсии. Критическое значение F. Анализ дисперсионных комплексов.

Однофакторные и двухфакторные дисперсионные комплексы. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода. Критерий Крескела-Уоллеса. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.

Раздел 7. Корреляционный анализ.

Корреляционный анализ. Функциональная зависимость и корреляция. Цели и условия применения метода. Параметрические и непараметрические показатели взаимосвязи. Корреляционный анализ Спирмена. Алгоритмы расчетов. Корреляционный анализ Пирсона. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода. Метод регрессии. Цели и условия применения метода регрессивного анализа. Алгоритм расчета.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Основные формы занятий по данной дисциплине являются лекционные и лабораторные занятия.

Лекция представляет собой систематичное, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела учебной дисциплины. Слушание лекции предполагает активную мыслительную деятельность студентов, главная задача которых - понять сущность рассматриваемой темы, уловить логику рассуждений лектора; размышляя вместе с ним, оценить его аргументацию, составить собственное мнение об изучаемых проблемах и соотнести услышанное с тем, что уже изучено. При этом студент должен конспектировать (делать записи) изложенный в лекции материал. Ведение конспектов является творческим процессом и требует определенных умений и навыков. Целесообразно следовать некоторым практическим советам: формулировать мысли кратко и своими словами, записывая только самое существенное; учиться на слух отделять главное от второстепенного; оставлять в тетради поля, которые можно использовать в дальнейшем для уточняющих записей, комментариев, дополнений; постараться выработать свою собственную систему сокращений часто встречающихся слов (это дает возможность меньше писать, больше слушать и думать). Сразу после лекции полезно просмотреть записи и по свежим следам восстановить пропущенное и дописать в конспект. Важно уяснить, что лекция - это не весь материал по изучаемой теме, который дается студентам для его «зубрежки». Прежде всего, это – «путеводитель» студентам в их дальнейшей самостоятельной учебной и научной работе.

При проведении **лабораторных занятий** подготовьте необходимое оборудование, материалы и инструменты заранее, чтобы избежать задержек и простоев во время занятия, проведите вводное объяснение о целях и задачах лабораторной работы, ее связи с темой учебного курса и практическими навыками, которые студенты получают, а также покажите им, как правильно работать с программным обеспечением, используемым для анализа данных. Предоставьте студентам набор данных для анализа, который отражает реальные биологические ситуации. Это поможет им понять, как применять статистические методы к реальным проблемам. Идеальный вариант, когда задания представляют собой набор ситуационных задач. Организуйте работу студентов в маленькие группы, чтобы они могли помогать друг другу и обсуждать свои результаты. Поощряйте коллективную работу и обмен идеями. При проведении лабораторных занятий обращайте внимание на методику проведения статистических тестов, а также на интерпретацию полученных результатов. Поддерживайте студентов в процессе анализа данных. После завершения лабораторного занятия обсудите с учащимися их результаты и ответьте на возникающие вопросы. Подвести итоги занятия и обозначить основные выводы. Дайте студентам возможность самостоятельно провести анализ некоторых данных и сделать выводы. Поощряйте критическое мышление и аналитические навыки. По завершении лабораторного занятия проведите рефлексию, чтобы узнать, что

студенты узнали и чему они научились. Это поможет вам оценить эффективность учебного процесса и внести коррективы в дальнейшее обучение.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшей составной частью учебного процесса. Самостоятельная работа представляет собой осознанную познавательную деятельность обучающихся, направленную на решение задач, определенных преподавателем.

В ходе самостоятельной работы обучающийся решает следующие задачи:

- самостоятельно применяет в процессе самообразования учебно-методический комплекс, созданный профессорско-преподавательским составом института в помощь;
- изучает учебную литературу, углубляет и расширяет знания, полученные на лекциях;
- осуществляет поиск ответов на обозначенные преподавателем вопросы и задачи;
- самостоятельно изучает отдельные темы и разделы учебных дисциплин;
- самостоятельно планирует процесс освоения материала в сроки, предусмотренные графиком учебно-экзаменационных сессий на очередной учебный год;
- совершенствует умение анализировать и обобщать полученную информацию;

Самостоятельная работа включает все ее виды, выполняемые в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС) и рабочим учебным планом:

- подготовку к текущим занятиям;
- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельное изучение;
- выполнение индивидуальных домашних заданий, рефератов, выполнение других индивидуально полученных заданий или предложенных по личной инициативе обучающегося.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия. Группировка первичных данных. Статистические методы в биологических исследованиях. Выборочная совокупность, как модель генеральной совокупности.	6	Повторение лекционного материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий
Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение. Медиана Ошибки репрезентативности. Причины их возникновения. Квартили. Нормированное отклонение. Артефакты.	10	Повторение лекционного материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий
Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения. Вариационные ряды, их графическое изображение. Визуальные методы исследования: гистограммы, графики, диаграммы рассеяния. Нормальное распределение. Правило трех сигм. Биномиальное распределение.	10	Подготовка к контрольной работе, повторение лекционного и практического материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий

Раздел 4. Сравнение двух выборок. Параметрические критерии. Параметрические и непараметрические критерии оценок. Т-критерий Стьюдента. История возникновения метода. Алгоритм расчета. Модификации методики. Условия применения и ограничения применения метода.	10	Повторение лекционного материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий
Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии. Ограничения применения метода. U-критерий Манна Уитни. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.	10	Подготовка к контрольной работе, повторение лекционного и практического материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий
Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода. Критерий Краскела-Уоллеса. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.	14	Повторение лекционного материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий
Раздел 7. Корреляционный анализ. Алгоритмы расчетов. Корреляционный анализ Пирсона. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода. Метод регрессии. Цели и условия применения метода регрессивного анализа. Алгоритм расчета.	12	Подготовка к контрольной работе, повторение лекционного и практического материала, решение тематических и ситуационных задач, выполнение индивидуальных заданий

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

Самостоятельная работа студента по дисциплине призвана, не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умения организовать своё время.

Самостоятельная работа по дисциплине включает самостоятельное изучение теоретического материала для подготовки к устным опросам и контрольным, выполнение индивидуальных заданий, анализ ситуационных задач. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Методы математического анализа в естественных науках» предусматривается объемом 72 часов и организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий.

При подготовке к контрольной работе рекомендуется планировать свое время заранее и распределять его между изучением материала, повторением и учебной практикой. Создайте конспекты или карты памяти по основным темам и понятиям, чтобы легче было их запомнить и повторить. Практикуйтесь в решении задач и примеров, чтобы улучшить свои навыки и уверенность в своих знаниях. Обязательно проведите репетицию перед контрольной работой, решая пробные задания или повторяя материал с помощью тестов. Если у вас есть вопросы или проблемы с материалом, не стесняйтесь обращаться за помощью к преподавателям или товарищам по обучению. После контрольной работы проведите анализ своих ошибок и

успехов, чтобы понять, над чем нужно поработать в будущем. Не волнуйтесь слишком сильно и доверьтесь своим знаниям – хорошая подготовка и уверенность в своих силах помогут вам успешно справиться с контрольной работой.

Во время повторения лекционного и практического материала, просматривайте свои лекционные записи и другие материалы, которые вы использовали во время учебы, попробуйте объяснить материал вам самим или другим студентам. Это поможет вам лучше запомнить информацию и понять ее. Решайте задачи и примеры из учебника или других источников. Практика поможет вам освежить свои знания и научиться применять их на практике. Обсудите материал с преподавателем или одногруппниками. Обмен опытом и мнениями поможет вам лучше усвоить информацию.

Приступая к решению ситуационных и тематических задач, внимательно прочитайте условие задачи и убедитесь, что понимаете его полностью. Определите, какие данные вам известны и какие данные нужно найти, чтобы решить задачу. Используйте подходящие статистические методы для решения задачи (например, среднее значение, медиана, дисперсия и т. д.). Проверьте правильность проведенных расчетов и их логику. Обратите внимание на единицы измерения данных и не забудьте их учесть при решении задачи. Если что-то не понятно или затрудняет решение задачи, не стесняйтесь обращаться за помощью к преподавателю или коллегам. После того, как вы решили задачу, прочитайте ее условие еще раз и убедитесь, что ваш ответ соответствует требуемому формату. Не забывайте о том, что практика - лучший способ улучшить свои навыки в решении задач по статистике. Постоянно тренируйтесь и вы скоро увидите улучшения в своих результатах.

Во время выполнения индивидуальных заданий, планируйте своё время так, чтобы у вас было достаточно времени на выполнение задания без спешки и стресса. Внимательно читайте условие задачи и уточняйте непонятные моменты у преподавателя или товарищей, используйте различные источники информации, чтобы подтвердить результаты и убедиться в их достоверности. Проверяйте свои расчёты несколько раз, чтобы избежать ошибок. Делайте выводы и анализируйте результаты задания, чтобы лучше понять статистические закономерности и связи. Если у вас возникают трудности, не стесняйтесь обращаться за помощью к преподавателю или товарищам. Очень важно не копировать чужие работы - лучше сделать своё собственное исследование и анализ.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

В процессе обучения используются различные образовательные технологии как традиционные (лекции и семинарские занятия), так и инновационные: лекции с элементами проблемного изложения, проблемные семинары, мультимедиа и компьютерные технологии (лекции в форме презентации с использованием мультимедийного оборудования). Методическое обеспечение интерактивных форм проведения занятий находится в составе учебно-методического комплекса дисциплины на кафедре.

Лекционные занятия строятся на диалоговой основе, используются электронные презентации, что способствует активизации внимания студентов и лучшему усвоению изучаемого материала. На семинарских занятиях используются дискуссии по актуальным социальным проблемам, методы проблематизации сознания студентов, направленные на формирование способности видеть, самостоятельно анализировать и находить пути решения социальных проблем.

В учебном процессе используются разнообразные методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности (словесные, наглядные и практические методы передачи информации, проблемные лекции и др.); стимулирования и мотивации учебно-познавательной

деятельности (дискуссии и др.); контроля и самоконтроля (индивидуального и фронтального, устного и письменного опроса, коллоквиума, зачета).

Необходимым элементом учебной работы является консультирование студентов по вопросам учебного материала.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к семинарским занятиям, выполнение различных видов заданий, написание докладов, подготовку к текущему и промежуточному контролю.

Текущий контроль помогает дифференцировать студентов на успевающих и неуспевающих, мотивирует обучение. Текущий контроль может быть организован с помощью устного опроса, контрольных заданий, тестов, коллоквиумов.

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и/или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др.

Проблемные лекции, дискуссии: организация процесса обучения, в котором предполагается участие студентов в коллективном, взаимодополняющем, основанном на взаимодействии всех его участников процессе обучающего познания. Проблемные лекции, дискуссии постоянно присутствуют в структуре учебного процесса. Студентам предлагается подготовиться к ним заранее в ходе подготовки к предшествующим занятиям для того, чтобы квалифицированно участвовать в изучении и обсуждении нового материала.

Получение студентами индивидуальных заданий по каждой теме учебного курса и требование выполнения его в соответствии с правилами и методикой научного эксперимента. Работа в парах для выполнения практических заданий Защита результатов индивидуальных учебно-исследовательских работ (УИРС). Результат общей учебной деятельности звена повышает рейтинг каждого из них.

Тестирование знаний студентов и терминологические диктанты. Тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний студентов. Конкретные задания и планы выполнения работ по темам. Наличие и подготовка новых презентаций для лекционного курса. Использование мультимедийного проектора для презентаций на базе имеющихся (и создаваемых новых) видео- и аудио материалов. Подготовка презентаций студентами для собственных сообщений и творческих докладов.

Индивидуальные задачи по основным темам курса. Домашние контрольные работы с индивидуальными задачами, матрицами контроля и последующим коллективным анализом.

Таблица 5 - Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.	Обзорная лекция	Не предусмотрено	лабораторная работа
Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение.	Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация	Не предусмотрено	лабораторная работа

Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения.	Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация	Не предусмотрено	лабораторная работа
Раздел 4. Сравнение двух выборок. Параметрические критерии.	Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация	Не предусмотрено	лабораторная работа
Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии.	Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация	Не предусмотрено	лабораторная работа
Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса.	Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация	Не предусмотрено	лабораторная работа
Раздел 7. Корреляционный анализ.	Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация	Не предусмотрено	лабораторная работа

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета (в том числе - электронной почты преподавателя) в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ на проверку, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных информационных сайтов (электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, электронных тренажеров, презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети: веб-конференции, вебинары, форумы, учебно-методические материалы и др.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»)

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. К учебно-методическим материалам Астраханского государственного университета студенты имеют доступ через официальный сайт университета - <http://asu.edu.ru/>, раздел Образование, образовательный интернет портал АГУ - <http://learn.asu.edu.ru/login/index.php>.

Возможно дополнительное использование электронных учебников и различных сайтов:

1. Интернет-журнал «BioMed Central» <http://www.biomedcentral.com/>, Яз. англ.

2. Интернет-журнал «BioMedNet» <http://www.bmn.com/>, Яз. англ.
3. Проект «Вся биология» <http://sbio.info/>
4. Российский химико-технический университет им. Д.И. Менделеева - <http://www.muotr.ru/>
5. Ставропольский государственный аграрный университет <http://www.stgau.ru/>
6. ФГБУ НИИ по изучению лепры (Астрахань) <http://inlep.ru/>
7. Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий СПбГТУРП <http://nizrp.narod.ru/kafvse.htm>.

Использование электронной почты преподавателя позволяет обмениваться со студентами необходимой для занятий информацией, рассылать задания, получать выполненные задания, эссе, проводить проверку курсовых работ, рефератов.

Проведение лекций и семинаров с использованием презентаций также является важным и необходимым условием для усвоения материала и формирования компетенций. Использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров позволяет обмениваться со студентами необходимой для занятий информацией, рассылать задания, получать выполненные задания, эссе, проводить проверку курсовых работ, рефератов.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Eclipse	Среда разработки
Far Manager	Файловый менеджер
Lazarus	Среда разработки
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
PascalABC.NET	Среда разработки

PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
Microsoft Visual Studio	Среда разработки
Oracle SQL Developer	Среда разработки
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<p>Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». https://biblio.asu.edu.ru <i>Учетная запись образовательного портала АГУ</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru. <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i></p>
<p>Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, https://urait.ru/</p>
<p>Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru</p>
<p>Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ». www.ros-edu.ru</p>
<p>Электронно-библиотечная система BOOK.ru</p>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». https://library.asu.edu.ru</p>
<p>Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/</p>
<p>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". http://dlib.eastview.com <i>Имя пользователя: AstrGU</i> <i>Пароль: AstrGU</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система elibrary. http://elibrary.ru</p>
<p>Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база</p>

данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.

<http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Математические методы в естественных науках» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.	ОПК-6	Вопросы для устного опроса, индивидуальные и ситуационные задания
Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение.	ОПК-6	Вопросы для устного опроса, индивидуальные и ситуационные задания
Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения.	ОПК-6	Вопросы для контрольной работы, вопросы для устного опроса, индивидуальные и ситуационные задания
Раздел 4. Сравнение двух выборок. Параметрические критерии.	ОПК-6	Вопросы для устного опроса, индивидуальные и ситуационные задания
Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии.	ОПК-6	Вопросы для контрольной работы, вопросы для устного опроса, индивидуальные и ситуационные задания
Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса.	ОПК-6	Вопросы для устного опроса, индивидуальные и ситуационные задания
Раздел 7. Корреляционный анализ.	ОПК-6	Вопросы для контрольной работы, вопросы для устного опроса,

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
		индивидуальные и ситуационные задания

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.

1. Устный опрос

1. История формирования математической биологии.
2. Структура и содержание математической биологии. Биометрия.
3. Измерение и обработка данных. Наблюдение и эксперимент в биологических исследованиях. Группировка первичных данных.
4. Статистические методы в биологических исследованиях.
5. Выборочная совокупность, как модель генеральной совокупности.

2. *Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.*

Задача 1. В отобранных случайным способом 50 колосьях ячменя подсчитано количество зерен, содержащихся в каждом колосе. Результаты оказались следующие:

21 17 27 20 22 12 24 13 20 19 22 16 22
 9 21 16 23 16 21 24 18 11 22 15 23 21
 10 15 18 15 21 14 15 18 22 15 17 19 17
 18 17 24 18 19 16 17 15 17 25 16

Распределить эти данные в вариационный ряд, определить объем выборки, лимиты, построить график его распределения.

Задача 2. Взвешивание группы кроликов (кг) одного возраста дало следующие результаты:

3.0 2,7 2,1 1,6 1,2 1,6 2,2 2,1 2,3 1,5 1,3
 2,2 2,5 2,4 1,9 2,3 2,1 1,0 1,8 1,9 1,8 3,2
 2.1 2,9 3,0 1,3 1,9 2,6 2,5 1,9 2,7 2,4 2,0
 1,1 2,6

Распределить эти данные в вариационный ряд, определить объем выборки, лимиты, построить гистограмму распределения.

Раздел 2. Описательная статистика. Нормированное отклонение.

1. *Устный опрос*

1. Статистические характеристики варьирующих биологических объектов. Описательная статистика.
2. Основные характеристики варьирующих биологических совокупностей. Среднее арифметическое, взвешенное среднее арифметическое
3. Дисперсия. Стандартное отклонение. Коэффициент вариации.
4. Медиана. Квартили.
5. Ошибки репрезентативности. Причины их возникновения.
6. Нормированное отклонение. Артефакты.

3. *Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.*

Задача 1. Исследование диаметра пяти колоний у двух штаммов микроорганизмов (в мм) дало следующие результаты

1 штамм: 2,0 – 2,2 – 2,4 – 2,6 – 2,8
 2 штамм: 1,6 – 2,0 – 2,4 – 2,8 – 3,2

Расчитать средние арифметические, лимиты, размах, дисперсии и сигмы, коэффициенты вариации, нормированные отклонения двух этих выборок. Сравнить основные статистические характеристики.

Задача 2. Систолическое давление (в мм рт ст) у двух групп спортсменов после нагрузки:

1 группа: 100 – 110 – 120 – 130 – 140 – 150 – 160 – 170 – 180 – 190
 2 группа: 100 – 145 – 145 – 145 – 145 – 145 – 145 – 145 – 145 – 190

Рассчитать: средние, лимиты, размах, дисперсии и сигмы, коэффициенты вариации, нормированные отклонение. Сравнить основные статистические характеристики этих двух выборок.

Задача 3. Какой объем выборки позволит определить среднюю массу у томатов сорта новичок с допустимой погрешностью Δ не более 1 г. с вероятностью безошибочного прогноза ВЗ? Если в пилотном исследовании были получены следующие данные:

$$n = 100$$

$$M = 70$$

$$\sigma = 10$$

Раздел 3. Распределение данных. Определение соответствия выборки закону нормального распределения.

1. Устный опрос

1. Теория репрезентативности. Способы составления выборочной совокупности.
2. Изучение организации статистических программ. Основные этапы анализа данных.
3. Регистрация первичных данных, составлению лабораторных журналов.
4. Варьирование. Вариационные ряды, их графическое изображение. Визуальные методы исследования: гистограммы, графики, диаграммы рассеяния.
5. Нормальное распределение. Правило трех сигм.
6. Биномиальное и другие виды распределений.

1. Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.

Задача 1. В отобранных случайным способом 50 колосьях ячменя подсчитано количество зерен, содержащихся в каждом колосе. Результаты оказались следующие:

21 17 27 20 22 12 24 13 20 19 22 16 22
 9 21 16 23 16 21 24 18 11 22 15 23 21
 10 15 18 15 21 14 15 18 22 15 17 19 17
 18 17 24 18 19 16 17 15 17 25 16

Определите, соответствует ли распределение данных закону нормального распределения.

Задача 2. Взвешивание группы кроликов (кг) одного возраста дало следующие результаты:

3,0 2,7 2,1 1,6 1,2 1,6 2,2 2,1 2,3 1,5 1,3
 2,2 2,5 2,4 1,9 2,3 2,1 1,0 1,8 1,9 1,8 3,2
 2,1 2,9 3,0 1,3 1,9 2,6 2,5 1,9 2,7 2,4 2,0
 1,1 2,6

Определите, соответствует ли распределение данных закону нормального распределения.

2. Контрольная работа

Вариант 1.

Задача 1. Ширина верхнего последнего коренного зуба у ископаемого млекопитающего *Acroptithacus rigidus* была следующей (в мм):

5,8 5,7 6,4 6,1 5,6 6,5 6,3 5,8 6,3 6,0 5,9 6,1 5,4 5,8 6,6 6,7 6,3 6,1 6,0 5,8 5,7 6,5 6,1 6,0 6,8
 6,4 6,3 5,6 5,9 6,4 6,1 5,4 5,8 6,4 6,2 5,9 6,0 6,3 6,0 6,4 5,9 5,4 6,4 6,3 5,7 5,9 5,5 5,8 6,3 6,3

Составьте вариационный ряд и начертите полигон распределения, определите описательные статистики, соответствует ли распределение данных закону нормального распределения.

Вариант 2.

Задача 1. Количество птенцов в гнездах лесной ласточки *Iridoprocne bicolor* было следующим:

4 5 4 5 5 4 5 4 3 5 6 1 6 4 4 4 5 5 4 5 5 4 6 4 5 5 5 3 6 5 5 5 4 5 6 4 6 5 6 4 4 3 1 5 6 5 5 5 7 8 5 5 5 6 4 2 5

Составьте вариационный ряд и начертите полигон распределения, определите описательные статистики, соответствует ли распределение данных закону нормального распределения.

Раздел 4. Сравнение двух выборок. Параметрические критерии.

1. Устный опрос

1. Выборочный метод и оценка генеральных параметров. Достоверность.
2. Точечные и интервальные оценки. Доверительные интервалы.
3. Уровни значимости.
4. Критерии достоверности. Оценка достоверности выборочных показателей. Надежность.
5. Параметрические и непараметрические критерии оценок. Условия применения и ограничения применения.
6. Т-критерий Стьюдента. История возникновения метода. Алгоритм расчета. Модификации методики.

2. Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.

Задача 1. При исследовании размеров раковин моллюсков рода *Benedictia* в двух выборках из разных мест озера Байкал были получены следующие данные (в мм):

первая выборка – 33, 35, 34, 36, 38, 33, 34, 35, 33, 32, 35;

вторая выборка – 35, 36, 33, 35, 35, 36, 33, 32, 30, 35, 33.

Определите по критерию Стьюдента – отличаются ли эти выборки, или же они принадлежат к одной совокупности?

Задача 2. Проводились исследования с целью выяснить, влияет ли прием нифедипина (препарат, обладающий способностью расширять сосуды) на среднее артериальное давление (мм.рт.ст.) после приема кокаина. После введения кокаина, собакам вводили физиологический раствор либо нифедипин. Были получены следующие данные (Гланц1, 1999):

физ.раствор – 156, 171, 133, 102, 129, 150, 120, 110, 112, 130, 105;

нифедипин – 73, 81, 103, 88, 130, 106, 106, 111, 122, 108, 99.

Влияет ли нифедипин на среднее артериальное давление?

Расчёты проведите используя критерии Стьюдента. Сравните полученные результаты.

Задача 3. При испытании стимулятора сердечной деятельности на 100 особях мышей получено 100 разностей пульса до и после введения стимулятора. Получены показатели:

$n = 100$

средняя разность - +1,5 уд/мин

$\sigma = \pm 2$ уд/мин

прогноз по 3 порогу достоверности $V_3 = 0.999$

Определить возможные изменения пульса при массовом применении стимулятора.

Задача 4. Требуется определить доверительные границы среднего уровня адреналина в крови у студентов перед экзаменом с 95% вероятностью безошибочного прогноза. Если известно, что:

$n = 49$;

$M = 250$ нг/мл

$m = \pm 0,25$ нг/мл

Задача 5. Низкий уровень холестерина липопротеидов высокой плотности (ХЛПВП) — фактор риска ишемической болезни сердца. Некоторые исследования свидетельствуют, что физическая нагрузка может повысить уровень ХЛПВП. Дж. Хартунг и соавт.

исследовали уровень ХЛПВП у бегунов-марафонцев, бегунов трусцой и лиц, не занимающихся спортом. Средний уровень ХЛПВП у лиц, не занимающихся спортом, составил 43,3 мг% (стандартное отклонение 14,2 мг%), а у бегунов трусцой — 58,0 мг% (стандартное отклонение 17,7 мг%) и у марафонцев — 64,8 мг% (стандартное отклонение 14,3 мг%). Будем считать, что в каждой группе было по 70 человек. Оцените статистическую значимость различий между группами. Пользуясь критерием Стьюдента сравните эти группы попарно.

Раздел 5. Сравнение двух выборок. Непараметрические критерии.

1. Устный опрос

1. Непараметрические критерии. Отличия от параметрических. Условия и особенности применения.
2. Критерий χ^2 («хи-квадрат»). Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.
3. U-критерий Манна Уитни. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.

2. Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.

Задача 1. При исследовании размеров раковин моллюсков рода *Benedictia* в двух выборках из разных мест озера Байкал были получены следующие данные (в мм):

первая выборка – 33, 35, 34, 36, 38, 33, 34, 35, 33, 32, 35;

вторая выборка – 35, 36, 33, 35, 35, 36, 33, 32, 30, 35, 33.

Определите по критерию Манна-Уитни – отличаются ли эти выборки, или же они принадлежат к одной совокупности?

Задача 2. Проводились исследования с целью выяснить, влияет ли прием нифедипина (препарат, обладающий способностью расширять сосуды) на среднее артериальное давление (мм.рт.ст.) после приема кокаина. После введения кокаина, собакам вводили физиологический раствор либо нифедипин. Были получены следующие данные (Гланц1, 1999):

физ.раствор – 156, 171, 133, 102, 129, 150, 120, 110, 112, 130, 105;

нифедипин – 73, 81, 103, 88, 130, 106, 106, 111, 122, 108, 99.

Влияет ли нифедипин на среднее артериальное давление?

Расчёты проведите используя критерии Манна-Уитни. Сравните полученные результаты.

3. Контрольная работа

1. Выберите из перечисленных ниже методов статистической обработки данных параметрический критерий:

1. t – критерий Стьюдента
2. T ранговый критерий Уилкоксона
3. U критерий Манна-Уитни
4. Хи-квадрат Пирсона

2. Укажите объем выборки, при котором t-распределение приближается к нормальному распределению и уже не отличается от него:

1. $n \leq 20$
2. $n = 30$
3. $n \geq 30$
4. $n \geq 100$

3. Выборочные совокупности по своим размерам являются:

1. теоретически бесконечными

2. сравнительно небольшими
3. включающими одну единицу
4. приближающимися к бесконечности

4. Отличие прерывной (дискретной) вариации от непрерывной заключается в следующем:

1. выражается только дробными числами
2. может выражаться как целыми, так и дробными числами
3. выражается только целыми числами

5. Класс, обладающий наибольшей частотой получил название:

1. вариационный
2. запердельный
3. модальный
4. лимитный

6. Средняя ошибка средней или относительной величины:

1. ошибка регрессии
2. ошибка корреляции
3. ошибка исследователя
4. ошибка репрезентативности

7. В поликлинике лечатся 25 больных, среди них 5 человек с диагнозом полип желудка. Вероятность того, что наугад отобранный больной не болен полипом желудка, равна:

1. 0,2
2. 0,8
3. 0,4
4. 0,6

8. Выберите правильную формулу расчета t критерия Стьюдента:

1.
$$t_{St} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

2.
$$t_{St} = \frac{M_1 + M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

3.
$$t_{St} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}}$$

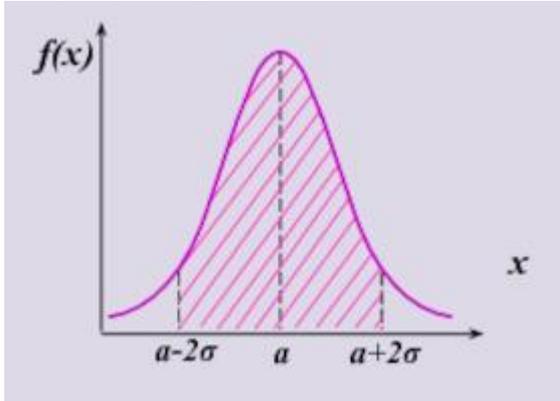
4.
$$t_{St} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1 + m_2}}$$

9. В случае очень больших отличий распределения признака от нормального закона, при малых объемах выборки, а также для анализа порядковых данных какой статистический критерий следует применять:

1. Непараметрические критерии

2. Параметрические критерии
3. Нулевые гипотезы
4. Альтернативные гипотезы

10. На рисунке приведен график плотности вероятности нормального распределения (кривая Гаусса) и штриховкой обозначена площадь, которая равна:



1. 0,683
2. 0,955
3. 0,999
4. 1,000

11. Каким будет число степеней свободы в выборке включающей 20 вариант (дат)?

1. 20
2. 42
3. 19
4. 20

12. Возможные границы, в пределах которых находится средняя арифметическая генеральной совокупности получили название:

1. выборочных
2. переменных
3. стохастических
4. доверительных

13. Кривая распределения - это:

1. графическое изображение вариационного ряда
2. распределение вариационного ряда по классам
3. расчет частоты встречаемости
4. определение модального класса в вариационной ряду

15. Средняя арифметическая вычисляется по формуле:

1. $\bar{x} = \sum x_i / n$
2. $\bar{x} = \sum x_i \cdot n$
3. $\bar{x} = \sum x_i + n$
4. $\bar{x} = \sum x_i - n$

16. Среднее квадратическое отклонение обозначается как:

1. \bar{x} ;
2. t;
3. n;
4. σ .

17. В случае если средняя арифметическая равна 6,8; варианса 0,8, коэффициент вариации будет равен:

1. $(6,8/0,8) \times 100\%$;
2. $(0,8/6,8) \times 100\%$;
3. $(0,8 \times 6,8) \times 100\%$;
4. $(6,8 + 0,8) \times 100\%$.

18. χ^2 вычисляется по формуле:

1. $\chi^2 = \sum ((O - E)^2 \times E)$;
2. $\chi^2 = \sum ((O - E)^2 / E)$;
3. $\chi^2 = \sum (O - E)^2 + E$;
4. $\chi^2 = \sum (O - E)^2 - E$.

19. Если отбрасывание нулевой гипотезы производится при $p = 0,01$, то шанс на ошибку равен:

1. 0,01 из 100;
2. 0,1 из 100;
3. 1 из 100;
4. 10 из 100.

20. Отбрасывание нулевой гипотезы – это признание того, что:

1. различия между фактическими и теоретически ожидаемыми результатами являются значимыми;
2. степень различий между фактически полученными и исчисленными теоретическими данными $\geq 0,5$;
3. степень различий между фактически полученными и исчисленными теоретическими данными $\leq 0,5$;
4. различия между фактическими и теоретически ожидаемыми результатами являются незначительными.

Задача. У вас есть две выборки размером в 20 человек каждая, отображающие уровень холестерина в крови на фоне лечения плацебо и после лечения препаратом.

Выборка 1 (плацебо): 180, 190, 200, 195, 185, 192, 188, 205, 198, 185, 193, 197, 210, 182, 186, 188, 191, 194, 200, 195

Выборка 2 (после лечения): 175, 180, 185, 190, 182, 187, 193, 175, 180, 185, 183, 188, 192, 175, 180, 185, 182, 187, 193, 175

Используя критерий Манна-Уитни и Стьюдента, проверьте, есть ли статистически значимые различия между уровнями холестерина в крови до и после лечения. Сравните полученные результаты.

Вывод запишите в виде ответа.

Раздел 6. Сравнение более двух выборок. Дисперсионный анализ. Критерий Краскела Уоллеса.

1. Устный опрос

1. Сравнение нескольких групп.
2. Дисперсионный анализ. Цели и условия применения метода.
3. Однофакторные и двухфакторные дисперсионные комплексы.
4. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.
5. Критерий Крескела-Уоллеса. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода.

2. Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.

Задача 1. В течение суток 4 раза определяли содержание каротиноидов в листьях кубышки (*Nymphaea*). Определите достоверность влияния времени суток (дисперсионный анализ) на содержание каротиноидов в листьях кубышки.

Часы суток	Определения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	1,42	1,30	1,68	1,59	1,49	1,62	1,36	1,26	1,58	1,66
24	1,45	1,38	1,49	1,71	1,54	1,57	1,34	1,32	1,66	1,39
6	1,48	1,42	1,58	1,67	1,50	1,80	1,35	1,36	1,67	1,49
12	1,43	1,38	1,47	1,33	1,22	1,35	1,10	1,08	1,34	1,11

Задача 2. Четыре группы испытуемых выполняли тест Бурдона в разных экспериментальных условиях.

№ испытуемых	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
1	28	49	38	23
2	20	15	27	27
3	37	36	33	29
4	31	12	45	33

Необходимо установить: оказывают ли условия эксперимента на результаты теста. Определите силу и достоверность влияния на изучаемые параметры условия эксперимента.

Раздел 7. Корреляционный анализ.

1. Устный опрос

Корреляционный анализ. Функциональная зависимость и корреляция. Цели и условия применения метода. Параметрические и непараметрические показатели взаимосвязи. Корреляционный анализ Спирмена. Алгоритмы расчетов. Корреляционный анализ Пирсона. Алгоритмы расчетов. Ограничения применения метода. Метод регрессии. Цели и условия применения метода регрессивного анализа. Алгоритм расчета.

2. Индивидуальные и ситуационные задания для лабораторных работ.

Задача 1. Исследователь провел эксперимент по изучению влияния уровня освещенности на рост растений. Были измерены уровни освещенности (в лк) и высоты растений (в см) для 10 различных экземпляров. Получены следующие данные:

Уровень освещенности (X): 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100

Высота растений (Y): 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55

Необходимо рассчитать коэффициент корреляции Пирсона и Спирмена между уровнем освещенности и высотой растений, постройте уравнение регрессии для описания зависимости между уровнем освещенности и высотой растений. Сравните полученный результат.

Предскажите высоту растений при уровне освещенности 1200 лк, используя уравнение регрессии.

Ответы представьте в виде выводов.

Задача 2. Определить массу тела по росту у 9-летних девочек. Известно, что сигма роста девочек этого возраста, $\sigma_x = \pm 5,8$ см, сигма массы, $\sigma_y = \pm 4,2$ кг, коэффициент корреляции между ростом и массой тела равен $r_{xy} = +0,6$.

Задача 3. Известны среднее значение массы тела девочек 9-летнего возраста $M_y = 30,3$ кг и среднее значение роста $M_x = 135,5$ см. Какова будет средняя масса тела у 9-летних девочек, имеющих рост 132 см?

3. Контрольная работа

Вариант 1.

Задача 1. Определите методом ранговой корреляции Спирмена связь между возрастом и распространённостью пародонтоза среди населения. Оцените направление, силу и достоверность корреляционной связи между признаками.

Возраст (в годах) 15 20 30 40 50 60

Распространённость пародонтоза (%) 4,5 5 6,2 19,5 19,9 19,0

Каков предполагается % заболевания пародонтозом в возрасте 35 лет?

Задача 2. Сравните средние значения биомассы растений в трех различных экосистемах, используя дисперсионный анализ.

Экосистема полупустынь: 50 кг/га; 60 кг/га; 90 кг/га; 180 кг/га; 100 кг/га; 200 кг/га; 80 кг/га; 120 кг/га; 140 кг/га; 130 кг/га; 95 кг/га; 175 кг/га; 145 кг/га; 130 кг/га; 90 кг/га.

Экосистема степей: 1200 кг/га; 1350 кг/га; 1500 кг/га; 1450 кг/га; 1470 кг/га; 1300 кг/га; 1100 кг/га; 1400 кг/га; 1380 кг/га; 1350 кг/га; 1290 кг/га; 1540 кг/га; 1430 кг/га; 1390 кг/га; 1280 кг/га.

Экосистема альпийских лугов: 450 кг/га; 380 кг/га; 300 кг/га; 570 кг/га; 550 кг/га; 380 кг/га; 400 кг/га; 550 кг/га; 680 кг/га; 530 кг/га; 500 кг/га; 650 кг/га; 700 кг/га; 410 кг/га; 610 кг/га.

Вариант 2.

Задача 1. Определите методом ранговой корреляции Пирсона связь между возрастом и числом лиц с нарушениями осанки у детей и подростков. Оцените направление, силу и достоверность корреляционной связи между признаками.

Возраст (в годах) 7 – 8 9 – 10 11 – 12 13 – 14 15 – 16 17 – 18

Число лиц с нарушениями осанки (на 1000 детей и подростков) 350 400 500 550 600 600

Задача 2. Сравните средние значения биомассы растений в трех различных экосистемах, используя критерий Краскела-Уолеса.

Экосистема полупустынь: 50 кг/га; 60 кг/га; 90 кг/га; 180 кг/га; 100 кг/га; 200 кг/га; 80 кг/га; 120 кг/га; 140 кг/га; 130 кг/га; 95 кг/га; 175 кг/га; 145 кг/га; 130 кг/га; 90 кг/га.

Экосистема степей: 1200 кг/га; 1350 кг/га; 1500 кг/га; 1450 кг/га; 1470 кг/га; 1300 кг/га; 1100 кг/га; 1400 кг/га; 1380 кг/га; 1350 кг/га; 1290 кг/га; 1540 кг/га; 1430 кг/га; 1390 кг/га; 1280 кг/га.

Экосистема альпийских лугов: 450 кг/га; 380 кг/га; 300 кг/га; 570 кг/га; 550 кг/га; 380 кг/га; 400 кг/га; 550 кг/га; 680 кг/га; 530 кг/га; 500 кг/га; 650 кг/га; 700 кг/га; 410 кг/га; 610 кг/га.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Модель, как словесное (вербальное), графическое, математическое описание реальных событий. Задачи и значение использование математических методов в биологии.

2. Дисперсия. Среднее квадратическое (стандартное) отклонение, его сущность, значение, расчеты среднего квадратического отклонения. Число степеней свободы. Коэффициент вариации.
3. Роль математических методов в изучении изменчивости морфологических, физиологических и других признаков биологических объектов.
4. Оценка достоверности выборочных показателей.
5. Математические идеи в биологии. Использование математических методов в экспериментальной работе. Необходимость сопоставления экспериментальных данных с математической моделью.
6. Биномиальное распределение, его характеристика.
7. Выборочные и генеральные совокупности.
8. Репрезентативность, ошибки репрезентативности.
9. Биометрия — наука о математическом анализе групповых биологических явлений.
10. Анализ эмпирических распределений. Расчет теоретически ожидаемых частот.
11. Вариационные ряды, их графическое изображение.
12. Доверительные границы. Надежность. Четыре порога вероятности безошибочных прогнозов.
13. Среднее арифметическое и взвешенное среднее, сущность, значение и способы определения.
14. Выравнивание эмпирических вариационных кривых распределения по нормальному закону.
15. Совокупность, варьирующие признаки, их учет, первичная группировка данных.
16. Значение и использование критерия Стьюдента.
17. Закономерности случайной вариации. Вероятность и случайность. Эмпирические и теоретические вероятности.
18. Средняя ошибка среднего арифметического, ее расчет, использование. Закон больших чисел.
19. Статистическое разнообразие, показатели, разнообразия признака.
20. Критерий лямбда (λ) А. Н. Колмогорова и Н. А. Смирнова, его использование для сравнения распределений.
21. Оценка достоверности разницы между средними арифметическими двух совокупностей.
22. Теория репрезентативности.
23. Статистические показатели для характеристики совокупности. Размах варьирования и лимиты.
24. Дисперсионный анализ, его сущность.
25. Изучение соответствия фактических и теоретически ожидаемых данных на примере анализа генетических расщеплений (критерий χ^2).
26. Показатели среднего уровня развития признака: средняя арифметическая M_e , M_o и другие.
27. Показатели разнообразия признака в статистической совокупности.
28. Однофакторные дисперсионные комплексы. Основной показатель силы влияния. Исследование силы влияния фактора, достоверность влияния.
29. Достоверность и статистическая значимость. Описательная статистика. Среднее, взвешенное среднее. Стандартное отклонение. Нормальное распределение. Медиана. Выборочные оценки. Точность выборочных оценок.
30. Нормальное распределение, его закономерности.
31. Выборочная совокупность, правила ее составления, выборочные показатели для ее изучения.
32. Корреляция. Корреляционная решетка, коэффициент корреляции, его достоверность.

33. Изменчивость биологических систем. Вероятностный характер изменчивости признаков. Понятие вероятности.
34. Репрезентативность, среднее арифметическое, взвешенная средняя арифметическая.
35. Вычисление X и σ по способу взвешенных вариаций на основе вариационного ряда.
36. Однофакторный дисперсионный комплекс. Градации фактора. Расчет дисперсий (суммы квадратов): факториальная, случайная, общая дисперсия, расчет вариантов (средних квадратов).
37. Составление вариационных рядов и вариационных кривых, их анализ.
38. Параметрические и непараметрические критерии достоверности оценок в биометрии.
39. Показатели разнообразия: лимиты, расчет дисперсии, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.
40. Достоверность коэффициента корреляции, его ошибка. Практическое значение теории корреляции.
41. Оценка генеральных параметров. Доверительные границы.
42. Дисперсионный анализ, его задачи и возможности.
43. Точность и надежность выборочных показателей.
44. Понятие корреляции. Коэффициент корреляции, его вычисление.
45. Оценка генеральной доли.
46. Корреляционная решетка, ее построение.
47. Оценка генеральной средней.
48. Определение необходимого объема выборочной совокупности. Численность выборки.
49. Критерий достоверности разности.
50. Распределение Пуассона.
51. Характеристика вариационных кривых по их симметрии и типу распределения признака
52. Оценка достоверности выборочных показателей.
53. Категории ошибок при проведении экспериментальных работ и наблюдений. Ошибки репрезентативности, их учет, причины возникновения, возможности устранения.
54. Четыре порога вероятности безошибочных прогнозов, понятия вероятности и значимости.
55. Закономерности случайности вариации. Вероятность, как возможность осуществления определенного события в некотором числе случаев из общего числа возможных.
56. Оценка результатов расщеплений по методу χ^2 .
57. Вероятностные (стохастические) процессы. Теоремы сложения и умножения вероятностей.
58. Нормальное распределение, его характеристика с помощью нормированного отклонения.
59. Способы вычисления показателей варьирования.
60. Статистические характеристики при альтернативной группировке дат (альтернативный анализ).
61. Артефакты.
62. Использование математических моделей для описания реальных биологических событий в области генетики, физиологии и других разделов биологии.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-1. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности				
1.	Задание закрытого типа	Укажите объем выборки, при котором t -распределение приближается к нормальному распределению и уже не отличается от него: $n \leq 20$ $n = 30$ $n \geq 30$ $n \geq 100$	3	1
2.		Выборочные совокупности по своим размерам являются: 1. теоретически бесконечными 2. сравнительно небольшими 3. включающими одну единицу 4. приближающимися к бесконечности	2	1
3.		Отличие прерывной (дискретной) вариации от непрерывной заключается в следующем: 1. выражается только дробными числами 2. может выражаться как целыми, так и дробными числами 3. выражается только целыми числами	3	1
4.		Выберете из перечисленных ниже методов статистической обработки данных параметрический критерий: 1. t –критерий Стьюдента 2. T ранговый критерий Уилкоксона 3. U критерий Манна-Уитни 4. Хи-квадрат Пирсона	1	1
5.		Если отбрасывание нулевой гипотезы производится при $p = 0,01$, то шанс на ошибку равен: 1. 0,01 из 100; 2. 0,1 из 100; 3. 1 из 100; 4. 10 из 100.	3	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
6.	Задание открытого типа	Какие параметры необходимо рассчитать при анализе выборки (выборочной совокупности)?	Средние величины и показатели вариации признака — основные параметры для характеристики совокупности. К первым относятся средняя арифметическая, средняя геометрическая, средняя гармоническая, мода и медиана, ко вторым — лимиты, среднее квадратическое отклонение, варианса и коэффициент вариации.	4-5
7.		Перечислите условия применения параметрического t-критерия Стьюдента.	Критерий t Стьюдента направлен на оценку различий величин средних X и Y двух выборок X и Y, которые распределены по нормальному закону. Одним из главных достоинств критерия является широта его применения. Он может быть использован для сопоставления средних у связанных и несвязанных выборок, причем выборки могут быть не равны по величине. Таким образом, у t-критерия Стьюдента следующие ограничения: - для применения данного критерия необходимо, чтобы исходные данные имели нормальное распределение. - в случае применения двухвыборочного	5-7

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			критерия для независимых выборок также необходимо соблюдение условия равенства дисперсий. - при несоблюдении этих условий при сравнении выборочных средних должны использоваться аналогичные методы непараметрической статистики.	
8.		<p>Дайте определение параметру вариационного ряда – Мода. Определите Моду для следующего вариационного ряда:</p> <p>21; 17; 16; 20; 22; 12; 24; 13; 20; 19; 16; 22; 9; 21; 16; 23; 16; 21; 24; 18; 11; 22; 15; 23; 21; 10; 15; 18; 15; 21; 14; 15; 18; 22; 15; 17; 19; 17; 18; 16; 24; 18; 19; 16; 17; 15; 17; 25; 16</p>	<p>Мода - (частотное среднее). Анализируя любую вариационную кривую, нетрудно заметить, что какой-либо варианта обладает наибольшей частотой, то есть в вариационном ряду встречается большее число раз, чем другие варианты. Такую варианту называют модой (M_o). Для данного вариационного ряда Модой будет являться число 16.</p>	3-5
9.		Каков алгоритм вычисления среднего квадратического отклонения?	<p>Среднее квадратическое отклонение (сигма, σ) показывает средний размах варьирования признака и его характер, служит основным показателем разнообразия признака в группе, выражается в тех же единицах, что и средне арифметическая величина: Рассчитывается по формуле: $\sigma = \pm C / (n - 1)$, где</p>	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>C – дисперсия выборки, а n – объем выборки. Таким образом, алгоритм расчета среднего квадратического отклонения будет таковым:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить объем выборки – n, сосчитав количество дат выборочной совокупности. 2. Рассчитать C – дисперсию выборки, – сумма квадратов центральных отклонений по формуле: $C = \sum V^2 - ((\sum V)^2 / n),$ где n - объем выборки; V – варианты (даты представленной выборки). 3. Рассчитать среднее квадратическое отклонение по формуле: $\sigma = \pm C / (n - 1)$ 	
10.		<p>Дайте определение и напишите формулу для расчета дисперсии (оба варианта).</p>	<p>Дисперсия (C) – сумма квадратов центральных отклонений рассчитывается двумя способами:</p> <p>Вариант 1: $C = \sum V^2 - ((\sum V)^2 / n),$ где n - объем выборки; V – варианты (даты представленной выборки).</p> <p>Вариант 2 используется при необходимости учета веса дат по формуле: $C = \sum (V - M)^2, \text{ где}$</p>	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			V – варианты (даты представленной выборки), M – среднеарифметическое выборочной совокупности.	

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Выполнение практических индивидуальных заданий и ситуативных задач</i>	5 (4б.)	20	Согласно плану
2.	<i>Контрольные работы и тесты</i>	3 (10б.)	30	Согласно плану
Всего			50	-
Блок бонусов				
3.	<i>Посещение занятий</i>	8 (0,75б.)	6	В соответствии с расписанием
4.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	5 (0,8б.)	4	Согласно плану
Всего			10	-
Дополнительный блок				
5.	<i>Экзамен</i>		40	
Всего				-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	0,5 б.
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	1б.
<i>Неготовность к занятию</i>	3б.
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	2б.

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности, обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

- Болл, Р.М.** [и др.] 2007. **Руководство по биометрии** пер. с англ. Н.Е. Агаповой. - М. : Техносфера,. - 368 с. - (Мир цифровой обработки).
- Мюррей, Дж.** 2009. Математическая биология. Т. 1. Введение / Мюррей, Дж. ; пер. с англ. Л.С. Ванаг, А.Н. Дьяконовой; Под науч. ред. Г.Ю. Ризниченко. - М. ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Ин-т компьютерных исследований,. - 776 с. - (Биофизика. Математическая биология).
- Мюррей, Дж.** 2011. Математическая биология. Т. 2. Пространственные модели и их приложения в биомедицине / Мюррей, Дж. ; пер. с англ. А.Н. Дьяконовой [и др.]; Под науч. ред. Г.Ю. Ризниченко. - М. ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Ин-т компьютерных исследований,. - 1104 с. - (Биофизика. Математическая биология).

8.2. Дополнительная литература

- Козак, М.Ф.** Биометрия: Допущено: Мин. образования РФ в качестве учебного пособия для студентов биологических специальностей педагогических высших учебных заведений. Астрахань: Изд-во Астраханского педагог. ин-та.– ГП «Изд. полиграфический комплекс «Волга». Астрахань, 1995 г. IBSN 5-88200-026-2 - 164 с.
- Коровин, Е. Н.** Статистические методы обработки биомедицинских данных: учебное пособие для реализации образовательных программ высшего образования бакалавриата по направлению подготовки "Биотехнические системы и технологии" / Е. Н. Коровин, З. М. Юлдашев, М. А. Сергеева. — Старый Оскол : ТНТ, 2021. — 146, [1] с. : ил., табл. : 21 см.; ISBN 978-5-94178-723-4. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_010712115/
- Лакин, Г.Ф.** Биометрия. М.: «Высшая школа». 1990. 352 с.
- Омельченко, В. П.** Информатика, медицинская информатика, статистика : учебник / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 608 с. - ISBN 978-5-9704-5921-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970459218.html>
- Трухачёва, Н.В.** Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica / Трухачёва Н. В. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 384 с. - ISBN 978-5-9704-2567-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425671.html>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

- <https://www.studentlibrary.ru>

2. <https://rusneb.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Доступ к Интернет-ресурсам. Доступ к пакетам компьютерных программ EXCEL, STATGRAPHICS для статистической обработки данных. Мультимедийный проектор для презентаций. Современная литература и доступ к Интернет-ресурсам, тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний студентов. Мультимедийный проектор для презентаций, компьютерный класс для тестирования, необходимая литература и доступ к Интернет-ресурсам, конкретные задания, и планы выполнения работ по темам. Задания по всем темам выполняются в порядке выполнения учебно-исследовательской работы (УИРС), в ходе выполнения, которых обучаемый получает знания, умения и навыки применения математических методов в конкретных ситуациях в биологии.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).