

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП

И.о. заведующей кафедрой Физиологии,
морфологии, генетики и биомедицины

_____ Ю.В. Батаева

_____ Н.А. Ломтева

«22» июня 2022 г.

«30» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В БИОЛОГИИ**

Составитель(-и)

**Кулешова О.Н., к.б.н., доцент
Ломтева Н.А., д.б.н., и.о. зав. каф
06.04.01 Биология**

Направление подготовки /
специальность

Направленность (профиль) ОПОП

Биотехнология

Квалификация (степень)

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Год приема

2022

Курс

1

Семестр

2

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) является формирование систематизированных знаний в области статистики в биологии для получения научно обоснованных выводов по исследованным проблемам.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- рассмотреть современное состояние математической биологии и обсудить новые направления исследований в области математической биологии;
- изучить способы математической формализации типовых биологических процессов;
- группировать данные и извлекать из них достоверную информацию;
- уметь с помощью математического аппарата получения информации общей характеристики изучаемых объектов, закономерностей варьирования тех или иных признаков и свойств, определения причин варьирования;
- определять взаимосвязи между изучаемыми объектами, явлениями и факторов, определяющих связи, их качества;
- умение определять сопряженную изменчивость двух или более признаков.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Методы математического анализа в биологии» относится к обязательной части и осваивается во 2 семестре.

Освоение дисциплины должно базироваться на знания в области математики и информатики. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания по зоологии, экологии, владение компьютерными программами.

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

- «Информатика»

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;

- «Математика»

Знания: иметь представление об основных изучаемых математических понятиях, законах и методах, позволяющих описывать и исследовать реальные процессы и явления: число, величина, алгебраическое выражение, уравнение, функция, случайная величина и вероятность, производная, закон больших чисел, методы математических рассуждений;

Умения: владеть ключевыми математическими умениями: -выполнять точные и приближенные вычисления с действительными числами; -выполнять (простейшие) преобразования выражений, включающих тригонометрические функции; -решать текстовые задачи; исследовать функции, -строить их графики (в простейших случаях); -оценивать вероятности наступления событий в простейших практических ситуациях; -применять математическую терминологию и символику; -доказывать математические утверждения, теоремы;

Навыки: применять приобретенные знания и умения для решения задач практического характера, задач из смежных дисциплин.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

Полученные в процессе освоения дисциплины «Методы математического анализа в биологии» знания, умения и навыки, будут использованы при выполнении практической части магистерской диссертации, планировании, постановке эксперимента, работе по математической обработке полученных в ходе выполненной работы данных, написании выпускных квалификационных работ – магистерской диссертации, правильного построения экспериментальной работы и статистической обработки полученных в результате данных.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

б) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-1 – Способность использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;

ОПК-8 – Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1 – Способность использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере	ИОПК 1.1.1. основные принципы планирования и постановки биологического эксперимента, перечень требований к проведению эксперимента, выдвигаемых методами современной	ИОПК 1.2.1. правильно выбрать статистический метод, ставить и практически решать задачи статистического анализа эмпирических данных; ИОПК 1.2.2. применять математические	ИОПК 1.3.1. методами экспериментальной деятельности; ИОПК 1.3.2. методами поиска необходимой достоверной информации в библиотеках, в музеях; ИОП 1.3.3. приемами, методами обработки экспериментальных данных;

профессиональной деятельности;	статистической обработки данных	методы для решения профессиональных задач; ИОПК 1.2.3. формулировать и проверять выдвигаемые статистические гипотезы; ИОПК 1.2.4. организовать и провести научный эксперимент; ИОПК 1.2.5. обобщать результаты опыта и формулировать выводы	ИОП 1.3.4 методами математического моделирования биологических процессов; ИОП 1.3.5 методами обработки эмпирических распределений
ОПК-8 – Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	ИОПК 8.1.1. основные способы математической оценки результатов исследования с применением вычислительной техники;	ИОПК 8.2.1. ставить и практически решать задачи статистического анализа эмпирических данных с использованием современных программ;	ИОПК 8.3.1. методами использования Интернет-ресурсов; ИОПК 8.3.2. навыками компьютерной биометрии и обработки данных исследования, навыками решения задач по биологической статистике современными средствами систематизации и обработки данных;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, в том числе 28 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 14 часов – лекции, 14 часов – лабораторные занятия), и 80 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)	Самост. оят. работа	Форма текущего контроля успеваемости,
-------	----------------------------------	---------	-----------------	-----------------------------	---------------------	---------------------------------------

				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	форма промежуточной аттестации [по семестрам]
1	Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.	2	1	1		1		10	Семинар
2	Раздел 2. Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.	2	2-3	3		3		12	КР, рефераты
3	Раздел 3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.	2	4-5	3		3		13	КР, семинар
4	Раздел 4. Дисперсионный анализ.	2	6-7	2		2		15	КР, семинар
5	Раздел 5. Корреляционный анализ.	2	8-9	2		2		15	КР, семинар
6	Раздел 6. Непараметрические критерии.	2	10-11	3		3		15	КР, семинар
ИТОГО				14		14		80	ЭКЗАМЕН

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

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

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-8	
Раздел 1. История формирования математической биологии. Биометрия.	12	*		1
Раздел 2. Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.	18	*	*	2
Раздел 3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.	19	*	*	2
Раздел 4. Дисперсионный анализ.	19	*	*	2
Раздел 5. Корреляционный анализ.	19	*	*	2
Раздел 6. Непараметрические критерии.	21	*	*	2
Итого	108			2

Краткое содержание дисциплины

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. Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.

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. 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.

Раздел 3. 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 4. Дисперсионный анализ.

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.

Раздел 5. 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.

Раздел 6. 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.

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

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

Основные формы занятий по данной дисциплине являются лекционные и практические (семинарские) 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.

Практическое (семинарское) занятие - это особая форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность студентам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение. Студенты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать. Практическое (семинарское) занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению студентами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студентов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

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; кроме того:
- выполнение индивидуальных домашних заданий, рефератов, выполнение других индивидуально полученных заданий или предложенных по личной инициативе обучающегося.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер радела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1.	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.	10	Семинар
2.	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. 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.	12	Домашние КР, решение тематических задач, выполнение индивидуальных заданий
3.	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. Применения метода в программной среде Microsoft office excel.	13	Домашние КР, решение тематических задач, выполнение индивидуальных заданий
4.	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. Применения метода в программной среде Microsoft office excel.	15	Домашние КР, решение тематических задач, выполнение индивидуальных заданий
5.	Корреляционный анализ. Функциональная зависимость и	15	Домашние КР,

	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. Применения метода в программной среде Microsoft office excel.		решение тематических задач, выполнение индивидуальных заданий
6.	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. Применения метода в программной среде Microsoft office excel.	15	Домашние КР, решение тематических задач, выполнение индивидуальных заданий
Итого		80 часов	

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), 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 семинарам, написание реферата и подготовку презентаций для семинаров. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Методы математического анализа в биологии» предусматривается объемом 50 часов и организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий.

В результате самостоятельной работы каждый студент должен осуществлять систематическую подготовку к семинарским занятиям, контрольным работам и написать реферат по выбранной теме. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие магистранту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. Написание реферата предполагает раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом по согласованию с преподавателем. Тему реферата студент выполняет самостоятельно из представленных в списке (или выбирает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения. Основа реферата выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов. Объем реферата должен составлять 20-30 страниц.

Активному формированию основных компетенций обучающегося по данной дисциплине способствует проведение практических занятий в виде семинаров. Активизация творческой деятельности студентов происходит при выполнении творческих занятий (интерактивные формы обучения), обсуждению проблемных моментов применения разных методов математического анализа.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Основные методы статистики.
2. Вклад Леонарда Эйлера в развитие науки.
3. Статистика в лицах: основные научные деятели.
4. Организация науки в России, принципы и методология.
5. Метод статистического наблюдения: цель, задачи, практическое применение.
6. Технологии проведения разных видов статистического наблюдения.
7. Коэффициент устойчивости в науке.
8. Ошибки при определении коэффициента устойчивости.
9. Проверка гипотез с помощью статистических расчетов.
10. Понятие статистического анализа.
11. Важность применения программы Excel в науке.
12. Использование Excel для регрессионного анализа.
13. Статистика в медицине.
14. Динамический ряд: основные характеристики.
15. Наглядное изображение данных статистических исследований.

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.

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.

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.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, тематические дискуссии</i>
Раздел 2. Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.	<i>Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические задачи, разбор конкретных ситуаций, закрепление алгоритмов решения</i>
Раздел 3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.	<i>Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические задачи, разбор конкретных ситуаций, закрепление алгоритмов решения</i>
Раздел 4. Дисперсионный анализ.	<i>Лекция-диалог, Информационная</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические задачи, разбор</i>

	<i>лекция-презентация</i>		<i>конкретных ситуаций, закрепление алгоритмов решения</i>
Раздел 5. Корреляционный анализ.	<i>Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические задачи, разбор конкретных ситуаций, закрепление алгоритмов решения</i>
Раздел 6. Непараметрические критерии.	<i>Лекция-диалог, Информационная лекция-презентация</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические задачи, разбор конкретных ситуаций, закрепление алгоритмов решения</i>

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.muctr.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

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>
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>
Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, https://urait.ru/
Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru
Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ». www.ros-edu.ru
Электронно-библиотечная система BOOK.ru
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». https://library.asu.edu.ru
Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". http://dlib.eastview.com <i>Имя пользователя: AstrGU</i> <i>Пароль: AstrGU</i>
Электронно-библиотечная система elibrary. http://elibrary.ru
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база 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) «Методы математического анализа в биологии» 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 (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	История формирования математической биологии. Биометрия.	ОПК-1	Семинар
2	Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.	ОПК-1, ОПК-8	КР, кейс-задача, практическая работа
3	Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.	ОПК-1, ОПК-8	КР, кейс-задача, практическая работа
4	Дисперсионный анализ.	ОПК-1, ОПК-8	КР, кейс-задача, практическая работа
5	Корреляционный анализ.	ОПК-1, ОПК-8	КР, кейс-задача, практическая работа
6	Непараметрические критерии.	ОПК-1, ОПК-8	КР, кейс-задача, практическая работа

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания
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 или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тематика реферативных работ и докладов

1. Основные методы статистики.
2. Вклад Леонарда Эйлера в развитие науки.
3. Статистика в лицах: основные научные деятели.
4. Организация науки в России, принципы и методология.
5. Метод статистического наблюдения: цель, задачи, практическое применение.
6. Технологии проведения разных видов статистического наблюдения.
7. Коэффициент устойчивости в науке.
8. Ошибки при определении коэффициента устойчивости.
9. Проверка гипотез с помощью статистических расчетов.
10. Понятие статистического анализа.
11. Важность применения программы Excel в науке.
12. Использование Excel для регрессионного анализа.
13. Статистика в медицине.
14. Динамический ряд: основные характеристики.
15. Наглядное изображение данных статистических исследований.

Вопросы к семинарам и коллоквиумам

Раздел 1. Структура и содержание математической биологии Биометрия. Измерение и обработка данных.

1. Биометрия. История формирования математической биологии.
2. Принципы моделирования биологических процессов. Понятие модели. Модельные объекты и системы.
3. Типы моделирования. Специфика моделей живых систем. Сложные системы и формализация их информационного описания.
4. Биологическая совокупность и выборка.
5. Биометрия как теория планирования и проведения эксперимента. Наблюдение и эксперимент.
6. Измерение и обработка данных. Группировка первичных данных.

Раздел 2. Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.

1. Нормальное распределение и его роль в анализе данных.
2. Выравнивание эмпирических кривых распределения. Законы распределения.
3. Основные типы распределений в биологии. Биномиальное распределение.
4. Распределение Пуассона. Сравнение распределений.

Раздел 3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.

1. Выборочный метод и оценка генеральных параметров. Достоверность.
2. Точечные и интервальные оценки. Доверительные интервалы.
3. Уровни значимости. Критерии достоверности.
4. Оценка достоверности выборочных показателей. Надежность.
5. Порядок оценки генеральных параметров.
6. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.
7. Сравнение показателей для разных групп, выявление зависимостей Точечные оценки. Интервальные оценки.

Раздел 4. Сравнение нескольких групп. Дисперсионный анализ.

1. Сущность метода и основные понятия.
2. Случайные выборки из нормально распределенной совокупности
3. Оценки дисперсии. Критическое значение F.
4. Анализ дисперсионных комплексов.
5. Однофакторные и двухфакторные дисперсионные комплексы.

Раздел 5. Корреляционный анализ.

1. Корреляционный анализ. Параметрические показатели связи.
2. Функциональная зависимость и корреляция.
3. Коэффициент корреляции Пирсона: вычисление, значимость, интерпретация.

Раздел 6. Непараметрические критерии.

1. Параметрические и непараметрические критерии. Сравнение.
2. Сравнение показателей вариации.
3. Сравнение долей Альтернативный анализ.
4. Критерий χ^2 («хи-квадрат»).
5. Непараметрические критерии: Манна-Уитни; критерий знаков, критерий Уилкоксона.

Кейс-задачи и тематические задачи, предлагаемые к выполнению на практических и контрольных занятиях (примеры)

Раздел 2. Нормированное отклонение. Определение нормальности распределения признака.

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, построить его линейный график, определите среднюю арифметическую, медиану, моду, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

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, вычислить его характеристики: среднюю арифметическую, медиану, моду, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

3. 19 колоний микроорганизмов распределились по величине их диаметра (мм) следующим образом:

Диаметр колоний (x_i)..... 10 -15- 20 -25 -30

Число колоний (p_i)2 - 4 - 5 - 5 - 3

Определите средний диаметр колоний и показатели вариации.

4. У телят ярославской породы были получены следующие среднесуточные привесы (в г): 700, 667; 765; 733; 857; 423; 633; 566; 706; 518; 766; 520.

Вычислите $\bar{X}$, σ , m , p . Необходимо ли для данного материала составлять вариационный ряд?

5. У лабораторных мышей было сделано пять определений содержания кальция в крови (в усл. единицах): 11,27; 11,36; 11,09; 11,16; 11,47.

Вычислите $\bar{X}$, σ , m , p

Раздел 3. Сравнение двух групп: критерий Стьюдента.

1. Используя приведенные данные, определите доверительные границы средней величины и достоверность, если при изучении успеваемости студентов (не работающих – 62 студента и сочетающих учебу с работой – 47 студентов), были получены следующие данные: у неработающих: средний балл (M_1) = 4,1; ($m_1 = \pm 0,09$); у сочетающих учебу с работой: средний балл (M_2) = 3,65 ($m_2 = \pm 0,05$). Вероятность безошибочного прогноза 95%

2. В двух группах учащихся — экспериментальной и контрольной — получены следующие результаты по биологии:

1 класс (обычный) – 4, 5, 3, 4, 3, 2, 5, 3, 4, 5

2 класс (экспериментальный) – 4, 3, 3, 4, 5, 2, 3, 2, 4, 3

Установите, есть ли различия в успеваемости между этими двумя классами, сравнивая выборочные средние и выборочные дисперсии.

Сделайте вывод о примененной экспериментальной методике обучения.

3. Вычислите средние величины, средние квадратические отклонения, ошибки средней величины, коэффициенты вариации для двух вариационных рядов.

Проверьте отсутствие в обоих вариационных рядах дат, выпадающих за пределы ожидаемого (артефактов)

Сравните средние величины в двух независимых выборках с применением критерия Стьюдента.

Сделайте выводы.

выборка X

10,5 10,9 10,5 11,4 11,9 10,7 10,9 11,5 12,8 11,2 12,3 12,7

выборка Y

14,2 13,8 15,9 14,6 18,1 18,5 16,8 12,2 11,7 10,6 16,9

4. При заболеваниях сетчатки повышается проницаемость ее сосудов. Дж. Фишмен и соавт. измерили проницаемость сосудов сетчатки у здоровых и у больных с ее поражением. Полученные результаты приведены в таблице.

Проницаемость сосудов сетчатки

Здоровые 0,5 0,7 0,7 1,0 1,0 1,2 1,4 1,4 1,6 1,6 1,7 2,2

Больные 1,2 1,4 1,6 1,7 1,7 1,8 2,2 2,3 2,4 6,4 19,0 23,6

Определите коэффициенты вариации для обеих групп. Докажите, что проницаемость сосудов сетчатки у здоровых и больных людей отличается. Используйте параметрический критерий Стьюдента. Убедитесь, что в группах нет значений, выходящих за пределы ожидаемого (артефактов). Определите, влияет ли наличие болезни на проницаемость сосудов сетчатки, насколько сильно это влияние.

5. Исследовали частоту сердечных сокращений у студентов 1 курса на занятии физическая культура. Первую группу составили студенты, входящие по медицинскому осмотру в основную группу. Ко второй группе относились студенты, по медицинскому осмотру входящие в дополнительную группу (студентам имели отклонения в здоровье). Количество студентов в первой группе равно 10, во второй 9.

1 группа № ЧСС 62 65 72 68 69 71 63 67 64 62

2 группа № ЧСС 65 64 63 62 68 77 68 64 73

Рассчитайте, используя подходящий параметрический метод, есть ли различия в уровне ЧСС между студентами этих групп здоровья?

Раздел 4. Сравнение нескольких групп. Дисперсионный анализ.

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

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	

Определить достоверность влияния породности на продолжительность развития эмбрионов кроликов.

2. В течение суток 4 раза определяли содержание каротиноидов в листьях кубышки (Nymphaea)

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

Определить достоверность влияния времени суток на содержание каротиноидов в листьях кубышки.

3. В разные часы суток изучали содержание каротиноидов в листьях сирени (*Syringa Emodi*):

Часы суток	Определения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	0,60'	0,64	0,69	0,52	0,65	0,52	0,58	0,63	0,69	0,48
24	0,61	0,72	0,72	0,58	0,46	0,52	0,72	0,59	0,71-	0,79
6	0,58	0,59	0,66	0,46	0,47	0,56	0,70	0,60	0,60	0,64
12	0,70	0,57	0,67	0,87	0,52	0,66	—	0,59	0,65	0,66

Определить достоверность влияния времени суток на содержание каротиноидов в листьях сирени.

4. Получены следующие данные о содержании хлорофилла - *a* (в мг/дм^а) в листьях Канатника (*Abutilon*) в разное время суток:

Часы суток	Определения			
	1	2	3	4
15	3,06	2,88,	2,83	2,41
18	3,20	2,97	2,50	3,03
21	1,82	1,73	1,33	2,25
24	1,67	1,26	1,52	1,36
6	2,76	1,26	1,46	1,32
9	2,78	2,70	2,49	1,66
12	2,41	3,22	1,90	2,00

Определить достоверность влияния времени суток на содержание хлорофилла – *a* в листьях канатника.

5. Были получены следующие данные о содержании хлорофилла *a* в листьях томата (в услов. ед.) в различные часы суток:

Часы суток	Определения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	0,22	0,27	0,22	0,23	0,20	0,28	0,32	0,28	0,20	0,27:
24	0,23	0,24	0,24	0,26	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,23
6	0,25	-	0 19	0 24	0,20	-	0,30	0,27	0,20	0 26
12	0 24	0,28	0,25	0,27	0,22	0,27	0,32	0,30	0,29	0,27

Определите методами дисперсионного анализа достоверности влияния времени суток на содержание хлорофилла *a* в листьях томата.

6. Получены следующие данные о плодовитости мышей при облучении рентгеновыми лучами:

Варианты	Число детенышей от отдельных самок			
	10	12	11	1
Контроль	10	12	11	1
Доза 100 г	8	10	7	9
Доза 200 г	7	9	6"	4

Определить достоверность влияния облучения на плодовитость мышей.

7. Изучали живой вес ягнят при рождении (в кг), выношенных разное число дней:

Длительность беременности	Живой вес отдельных ягнят									
145	4,1	5,1	3,5	2,8	4,2	4,1	4,0	3,9	4,6	3,5
146	4,2	4,4	4,0	2,9	4,1	4,2	4,4	4,1	4,0	5,1
147	4,1	5,0	2,8	3,9	4,2	4,3	4,4	4,1	4,1	5,1
148	4,4	5,7	3,9	4,5	4,4	4,3	3,8	4,1	4,5	4,4
149	4,3.	5,6	3,0	3,9	4,1	4,2	4,3	4,7	4,5	4,4
150	4,5	5,0	5,2	4,6	4,3	3,0	4,7	4,6	4,0	5Д
151	4,6	5,3	5,5	4,4	4,3	3,2	4,0	4,5	5,0	5,2
152	4,6	5,4	6,1	4,8	4,4	3,2	4,8	4,7	4,0	4,2

Определить достоверность влияния длительности вынашивания на живой вес ягнят.

8. Получены данные о содержании хлорофилла b в листьях канатника (Abutilon) (мг/дм²) в разное время суток

Часы суток	Определения			
	1	2	3	4
15	1,24	1,32	0,98	0,95
18	0,92	0,84	0,69	0,81
21	0,47	0,30	0,28	0,41
24	0,34	0,82	0,99	0,69
6	0,94	0,82	0,95	0,94,
9	1,15	1,30	0,76	0,93
12	1,03	1,17	0,88	0,85

Определить достоверность влияния времени суток на содержание хлорофилла b в листьях канатника?

Раздел 5. Корреляционный анализ.

1. У хариуса озера Байкал были измерены длина головы (x) и длина грудного плавника (y). Определите коэффициент корреляции между ними. Сделайте вывод.

x	66	61	67	73	51	59	48	47	58	44	41	54	52	41	47
y	38	31	36	43	29	33	28	25	36	26	21	30	28	26	27

R=0.946

2. Вычислите коэффициент корреляции между числом растений кукурузы в гнезде и числом початков в среднем на 1 растение.

<i>Число растений</i>	1	1	1	2	3	2	3	4	5	6	7
<i>Число початков</i>	5	6	4	2	2	3	1	2	1	0	0

Какой вывод можно сделать из этого опыта?

3. Вычислите коэффициент корреляции, оцените достоверность связи. Сделайте вывод. Определите направление и силу связи между количеством кальция в воде и жесткостью воды, если известны следующие данные:

<i>Жесткость воды (в градусах)</i>	4	6	8	11	27	30	34	37
<i>Количество кальция в воде (в мг/л)</i>	28	37	56	77	191	240	241	262

4. Установите связь между числом послеоперационных осложнений и временем, прошедшим от начала острого приступа холецистита до операции. Оцените ее достоверность, сделайте выводы.

	менее 3 ч	3-5 ч	6-8 ч	9-11 ч	12-14 ч	15-17 ч
Число осложнений	6	8	12	11	24	28

5. На одном из промышленных предприятий проводилась иммунизация рабочих против гриппа. Определите направление и силу взаимосвязи между уровнем временной нетрудоспособности по поводу гриппа и процентом иммунизированных рабочих в различных цехах. Рассчитайте коэффициент корреляции. Оцените его достоверность и сделайте выводы.

Цех	Охват иммунизацией, %	Заболеваемость гриппом на 100 рабочих (случаи)
1	90	2,1
2	75	2,8
3	60	3,6
4	50	4,1
5	40	5,0
6	40	5,3
7	35	5,9
8	25	6,4
9	10	7,2
10	0	7,2

6. Докажите корреляционную зависимость между интенсивностью курения и длительностью течения острого бронхита у курильщиков.

Число выкуриваемых сигарет в день	Длительность заболевания, дни
5	7
10	6
15	9
20	9
25	11
30	10
35	12
40	11
45	14

7. В результате измерения роста и массы тела у девочек в возрасте 6 лет были получены следующие данные:

Рост, см	Масса тела, кг	Рост, см	Масса тела, кг
87	13	96	16
89	12	97	15
91	14	97	18
91	14	101	18
95	16	103	20
95	15	103	21

Определите коэффициенты корреляции и регрессии. Дайте оценку связи между ростом и массой тела.

8. Вычислите коэффициенты регрессии по росту и массе тела у 15-летних девочек, если при обработке данных были получены: по массе тела $\sigma_x = \pm 6,9$ кг; по росту $\sigma_y = \pm 5,6$ см; $r_{xy} = 0,75$. Сделайте выводы.

Раздел 6. Непараметрические критерии.

1. Вычислить критерий соответствия χ^2 и определить, существенна или несущественна разность между числами, полученными в процессе статистического исследования и «ожидаемыми величинами», если при оценке выживаемости дафний (*Daphnia*) (количество

оставшихся в живых особей после суток пребывания в сосуде) в двух сосудах при различных концентрациях аммонийного азота были получены следующие данные:

Сосуд	Концентрация аммонийного азота (ПДК 2,0 мг/л)		
	до 2,0 мг/л	2,5 мг/л	3,5 мг/л
А	46	28	18
Б	52	42	24
Всего наблюдений	98	70	42

2. Вычислите средние величины, средние квадратические отклонения, ошибки средней величины, коэффициенты вариации для двух вариационных рядов.

Проверьте отсутствие в обоих вариационных рядах дат, выпадающих за пределы ожидаемого (артефактов)

Сравните средние величины в двух независимых выборках методом МаннаУитни.

Сделайте выводы.

выборка X

10,5 10,9 10,5 11,4 11,9 10,7 10,9 11,5 12,8 11,2 12,3 12,7

выборка Y

14,2 13,8 15,9 14,6 18,1 18,5 16,8 12,2 11,7 10,6 16,9

3. При заболеваниях сетчатки повышается проницаемость ее сосудов. Дж. Фишмен и соавт. измерили проницаемость сосудов сетчатки у здоровых и у больных с ее поражением. Полученные результаты приведены в таблице.

Проницаемость сосудов сетчатки

Здоровые 0,5 0,7 0,7 1,0 1,0 1,2 1,4 1,4 1,6 1,6 1,7 2,2

Больные 1,2 1,4 1,6 1,7 1,7 1,8 2,2 2,3 2,4 6,4 19,0 23,6

Определите коэффициенты вариации для обеих групп. Докажите, что проницаемость сосудов сетчатки у здоровых и больных людей отличается. Используйте непараметрический критерий Манна-Уитни. Убедитесь, что в группах нет значений, выходящих за пределы ожидаемого (артефактов). Определите, влияет ли наличие болезни на проницаемость сосудов сетчатки, насколько сильно это влияние.

4. Исследовали частоту сердечных сокращений у студентов 1 курса на занятии физическая культура. Первую группу составили студенты, входящие по медицинскому осмотру в основную группу. Ко второй группе относились студенты, по медицинскому осмотру входящие в дополнительную группу (студентам имели отклонения в здоровье). Количество студентов в первой группе равно 10, во второй 9.

1 группа № ЧСС 62 65 72 68 69 71 63 67 64 62

2 группа № ЧСС 65 64 63 62 68 77 68 64 73

Рассчитайте, используя подходящий непараметрический метод, есть ли различия в уровне ЧСС между студентами этих групп здоровья?

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

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

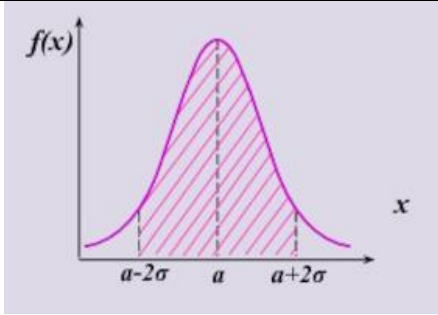
2. Дисперсия. Среднее квадратическое (стандартное) отклонение, его сущность, значение, расчеты среднего квадратического отклонения. Число степеней свободы. Коэффициент вариации.
3. Роль математических методов в изучении изменчивости морфологических, физиологических и других признаков биологических объектов.
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 $\bar{X}$ 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)
ОПК-1 – Способность использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности;				
1.	Задание закрытого типа	Укажите объем выборки, при котором t-распределение приближается к нормальному распределению и уже не отличается от него:	3	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		$n \leq 20$ $n = 30$ $n \geq 30$ $n \geq 100$		
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.		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	1	1
5.		На рисунке приведен график плотности вероятности нормального распределения (кривая Гаусса) и штриховкой обозначена площадь, которая равна:	2	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		 1. 0,683 2. 0,955 3. 0,999 4. 1,000		
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, дисперсия и коэффициент вариации.	4-5
7.		Перечислите условия применения параметрического t-критерия Стьюдента.	Критерий t Стьюдента направлен на оценку различий величин средних $\bar{X}$ и $\bar{Y}$ 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 критерия	5-7

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			для независимых выборок также необходимо соблюдение условия равенства дисперсий. - при несоблюдении этих условий при сравнении выборочных средних должны использоваться аналогичные методы непараметрической статистики.	
8.		Что такое нормальное распределение выборки? Зачем определять нормальность распределения?	Большинство природных явлений и процессов распределены нормально. При возрастании объема выборки, форма выборочного распределения приближается к нормальной. При размере выборки $n=30$, выборочное распределение «почти» нормально. Нормальное распределение важно по многим причинам. Многие выборки нормально распределены, либо их распределение связано с нормальным и вычисляется на его основе, как, например, t , F или χ^2 –распределение. Недопустимо применить тесты, основанные на предположении нормальности, к данным, не являющимся нормальными. В таком случае необходимо использовать альтернативные «непараметрические» тесты.	5-7
9.		Укажите ключевые различия параметрических и непараметрических методов статистической обработки результатов исследования. Перечислите примеры параметрических и непараметрических критериев.	Параметрические критерии – это критерии, включающие в формулу расчёта параметры распределения, т. е. средние и дисперсии (t-критерий Стьюдента, критерий F , корреляционный критерий Пирсона, регрессии и другие). Непараметрические критерии – это критерии, не включающие в формулу расчёта параметров распределения и основанные на оперировании частотами или рангами	4-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			(Критерий Манна Уитни, корреляционный анализ Спирмена, критерий Уилкоксона и другие).	
10.		Какой вывод мы можем сделать из значения дисперсии?	Статистика оперирует рядами данных, характеризующих какой-либо признак, явление. Средние позволяют охарактеризовать выборку, однако, не позволяют оценить однородность данных. Таким образом, в статистике дисперсия (также называемая изменчивостью или разбросом) - это степень, до которой распределение растягивается или сжимается. Распространенными примерами мер статистической дисперсии являются дисперсия, стандартное отклонение и межквартильный диапазон. Чем выше показатель, тем больше разбег данных, соответственно, малые значения дисперсии позволяют судить о малом разбеге данных вокруг средней.	4-5
ОПК-8 – Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.				
1.	Задание закрытого типа	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
2.		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
3.		В поликлинике лечатся 25	2	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		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		
4.		Средняя ошибка средней или относительной величины: 1. ошибка регрессии 2. ошибка корреляции 3. ошибка исследователя 4. ошибка репрезентативности	4	1
5.		Каким будет число степеней свободы в выборке включающей 20 вариант (дат)? 1. 20 2. 42 3. 19 4. 20	3	1
1.	Задание открытого типа	Дайте определение параметру вариационного ряда – Мода. Определите Моду для следующего вариационного ряда: 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	Мода - (частотное среднее). Анализируя любую вариационную кривую, нетрудно заметить, что какая-либо варианта обладает наибольшей частотой, то есть в вариационном ряду встречается большее число раз, чем другие варианты. Такую варианту называют модой (Мо). Для данного вариационного ряда Модой будет является число 16.	3-5
2.		Каков алгоритм вычисления среднего квадратического отклонения?	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 среднее арифметическая величина: Рассчитывается по формуле: $\sigma = \pm C / (n - 1)$, где C – дисперсия выборки, а n –	5-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			объем выборки. Таким образом, алгоритм расчета среднего квадратического отклонения будет таковым: 1. Определить объем выборки – n, сосчитав количество дат выборочной совокупности. 2. Рассчитать C – дисперсию выборки, – сумма квадратов центральных отклонений по формуле: $C = \sum V^2 - ((\sum V)^2 / n), \text{ где}$ n - объем выборки; V – варианты (даты представленной выборки). 3. Рассчитать среднее квадратическое отклонение по формуле: $\sigma = \pm C / (n - 1)$	
3.		Дайте определение и напишите формулу для расчета дисперсии (оба варианта).	Дисперсия (C) – сумма квадратов центральных отклонений рассчитывается двумя способами: Вариант 1: $C = \sum V^2 - ((\sum V)^2 / n), \text{ где}$ n - объем выборки; V – варианты (даты представленной выборки). Вариант 2 используется при необходимости учета веса дат по формуле: $C = \sum (V - M)^2, \text{ где}$ V – варианты (даты представленной выборки), M –среднеарифметическое выборочной совокупности.	3-4
4.		Какие выводы можно сделать при расчете коэффициента вариации о выборке? Напишите формулу, которую используют для расчета коэффициента вариации.	Расчет коэффициента вариации осуществляется по формуле: $C V = (\sigma / M) * 100\%,$ где σ – среднеквадратическое отклонение случайной величины;	4-6

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			М - ожидаемое (среднее) значение случайной величины. В статистике принято, что, если коэффициент вариации меньше 10%, то степень рассеивания данных считается незначительной, от 10% до 20% - средней, больше 20% и меньше или равно 33% - значительной, значение коэффициента вариации не превышает 33%, то совокупность считается однородной, если больше 33%, то – неоднородной.	
5.		У лабораторных мышей было сделано пять определений содержания кальция в крови (в усл. единицах): 11,27; 11,36; 11,09; 11,16; 11,47. Вычислите для данной выборочной совокупности среднеарифметическое и размах варьирования.	Средняя арифметическая М – является обобщающей величиной данной совокупности, отражает уровень всей совокупности, дает обобщающую характеристику исследуемого признака, измеряется в тех же величинах, что и варианты. $M = \sum V / n$ Т.о. М данной выборки рассчитывается, как: $M = (11,27 + 11,36 + 11,09 + 11,16 + 11,47) / 5 = 11,27$ Размах варьирования R – простейшая мера разброса значений данной выборки. Если $x_{\max}$ – максимальная, $x_{\min}$ – минимальная варианты, то $R = x_{\max} - x_{\min}$. Этой величиной пользуются при работе с маленькими выборками. Т.о. R данной выборки рассчитывается, как: $R = 11,47 - 11,09 = 0,38$	4-6

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>Ответ на занятии</i>	1 (4б.)	4	
2.	<i>Выполнение индивидуального задания</i>	4 (4б.)	16	
3.	<i>Контрольные работы и тесты</i>	2 (10б.)	20	
Всего			40	-
Блок бонусов				
4.	<i>Посещение занятий</i>	14 (0,5б)	7	
5.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	4 (0,75 б.)	3	
Всего			10	-
Дополнительный блок				
6.	<i>Экзамен</i>			
Всего			50	-
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)	

1. Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Общие и утвердившиеся в практике правила и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.

В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

Целью семинарского занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы. Желательно при подготовке к семинарским занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

3. Методические указания по подготовке к контрольным работам

Контрольная работа выполняется в виде небольшой письменной работы, представляющей знания и индивидуальную позицию студента по заданной теме. Содержание ответа должно быть последовательным и аргументированным. Структура ответа, как правило, должна включать в себя следующие смысловые элементы: а) введение или вступление, в котором анализируется значение и место раскрываемого вопроса в учебной дисциплине, а также могут быть определены особенности методики изложения и структуры работы; б) основная часть, посвященная изложению известных студенту сведений по заданному вопросу; в) заключение, в котором подводятся итоги изложенного материала, высказывается индивидуальная позиция студента по заданному вопросу. Вверху первой страницы ответа до начала основного текста размещается информация, содержащая название дисциплины, Ф.И.О. студента, группа, вариант.

4. Методические рекомендации по подготовке и проведению коллоквиума

На коллоквиум выносятся крупные, теоретические вопросы. От студента требуется:

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой теме или темам;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Подготовка к коллоквиуму предполагает несколько этапов:

1. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума.

2. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму студенту отводится 3–4 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников.

3. Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом или беседы в небольших группах (3–5 человек).

4. Преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект.

5. По итогам коллоквиума выставляется балл, имеющий больший удельный вес в определении текущей успеваемости студента.

5. Методические рекомендации для подготовки к экзамену.

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений студентов по дисциплине, полученных на лекциях, семинарских занятиях и в процессе самостоятельной работы. В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания. При подготовке к экзамену студентам необходимо использовать материалы лекций, основную и дополнительную литературу. На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в устной форме по билетам. Для сдачи экзамена студенту необходимо иметь при себе зачётную книжку, письменные принадлежности и рабочие тетради по дисциплине. Зачёт принимает преподаватель, читавший учебную дисциплину в данном учебном потоке (группе). За нарушение дисциплины и списывание студенты могут быть удалены с экзамена.

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

Основная литература

1. **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). - ISBN 978-5-93972-743-3 : 210-00. ЕИ-1;
2. **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). - ISBN 978-5-93972-882-9: 216-50. ЕИ-1;
3. **Болл, Р.М.** [и др.] 2007. **Руководство по биометрии** пер. с англ. Н.Е. Агаповой. - М. : Техносфера,. - 368 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-109-3 : 102-75. ЕИ-5;

Дополнительная литература

1. **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.
2. **Лакин, Г.Ф.** Биометрия. М.: «Высшая школа». 1990. 352 с.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Для факультета иностранных языков кафедры «Восточные языки». 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 по направлению «Восточные языки».

www.studentlibrary.ru.

3. 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.
4. www.studentlibrary.ru.
5. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>
6. Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru
7. Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ». www.ros-edu.ru
8. Электронно-библиотечная система BOOK.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Доступ к Интернет-ресурсам. Доступ к пакетам компьютерных программ EXEL, 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.