

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Хагуров Т.А.

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) / специализация: *Экология (экология животных)*

Программа подготовки: *академическая*

Форма обучения: *очная*

Квалификация (степень) выпускника: *магистр*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Математические методы в экологии составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность Экология (экология животных)

Программу составил:

С.И. Решетников, доц. кафедры зоологии, канд. биол. наук.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

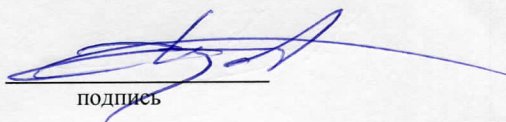


подпись

Рабочая программа дисциплины Математические методы в экологии утверждена на заседании кафедры (разработчика) зоологии протокол № 10 от «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Кустов С.Ю.

фамилия, инициалы



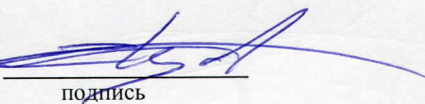
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) зоологии

протокол № 10 от «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Кустов С.Ю.

фамилия, инициалы



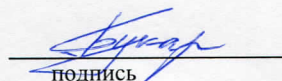
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета

протокол № 7 от «26» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

зав. кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КубГУ», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Абрамчук А.В.

доцент кафедры биологии с курсом медицинской генетики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, доктор биологических наук Сапсай Е.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины «Математические методы в экологии»

1.1 Цель дисциплины

Формирование у обучающихся современных представлений о методах планирования биологического эксперимента и математического анализа результатов экологических наблюдений и экспериментов на основе применения современных технологий математической статистики.

1.2 Задачи дисциплины

- формирование навыков самостоятельного математического (статистического) анализа и интерпретации эмпирических данных – результатов экологических экспериментов и наблюдений;
- научить студентов правильно выбирать и применять методы статистического анализа для конкретных биологических объектов и совокупностей животных;
- дать понятие о шкалах измерения, т.е. числовых формах, применяемых при описании биологических объектов, совокупностей и событий;
- ознакомить с основными статистическими характеристиками варьирующих объектов и закономерностями случайной вариации;
- сформировать навыки применения конкретных методов анализа изменчивости и сравнения исследуемых совокупностей животных с использованием интегрированной системы статистического анализа и обработки данных «Statistica».

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические методы в экологии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как математика, Информатика и современные информационные технологии, Математические методы в биологии, Популяционная биология животных, Теория эволюции.

Материалы дисциплины используются студентами в научной работе и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Математические методы в экологии» соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных: (ОПК-7) и профессиональных компетенций: (ПК-3)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-7	готовностью творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения про-	- способы классификации и группировки результатов экологических экспериментов и наблюдений; - модели и алгоритмы ва-	- применять методы планирования биологических экспериментов и наблюдений, адекватных конкретным экологическим исследованиям;	- методологическими основами и современными аппаратом планирования и математической обработки экологических экспериментов и

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		фессиональных задач	риационной статистики и многомерного статистического анализа, применяемые в экологических исследованиях и их реализацию в интегрированной системе статистического анализа и обработки данных «Statistica».	- адекватно использовать методы вариационной статистики и многомерного статистического анализа, применяемые для математической обработки экологических данных в интегрированной системе статистического анализа и обработки данных «Statistica».	наблюдений.
2	ПК-3	способностью применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)	- основы планирования биологических экспериментов и наблюдений, адекватных конкретным экологическим исследованиям; - принципы правильной интерпретации результатов математической обработки результатов экологических экспериментов и наблюдений.	- применять методические основы планирования, выполнения, математической обработки результатов полевых и лабораторных экологических исследований с применением вычислительных комплексов и интегрированных систем статистического анализа и обработки данных.	- методами математической обработки результатов полевых и лабораторных экологических исследований с применением вычислительных комплексов и интегрированных систем статистического анализа и обработки данных.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		1			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	12	12			
Занятия лекционного типа	6	6	-	-	-
Лабораторные занятия	-	-	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	6	6	-	-	-
Иная контактная работа:					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			

Самостоятельная работа, в том числе:						
Проработка учебного (теоретического) материала		29,8	29,8	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		30	30	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе кон- тактная работа	12,2	12,2			
	зач.ед.	2	2			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Способы классификации и группировки результатов экологических экспериментов и наблюдений. Статистические характеристики варьирующих объектов.	23,8	2	2	-	19,8
2.	Модели и алгоритмы вариационной статистики, применяемые в экологических исследованиях;	24	2	2	-	20
3.	Модели и алгоритмы многомерного статистического анализа, применяемые в экологических исследованиях.	24	2	2	-	20
	Итого по дисциплине:		6	6	-	59,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Способы классификации и группировки результатов экологических экспериментов и наблюдений. Статистические характеристики варьирующих объек-	Понятие о наименьшей выборочной единице (единице наблюдения) и данных в биологии. Переменные (признаки). Генеральная совокупность и выборка. Элементы теории планирования исследований. Количественные переменные: дискретные и непрерывные. Качественные переменные. Ранговая шкала измерений. Статистические таблицы (простые и сложные). Статистические ряды. Группировка данных в вариационный ряд. Способы графического изображения вариационного ряда: полигон (кривая) распределения,	Устный опрос.

	тов.	гистограмма. Теоретические распределения случайных величин и их свойства: биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение.	
2	Модели и алгоритмы вариационной статистики, применяемые в экологических исследованиях	Средние величины. Показатели вариации. Оценка репрезентативности выборочных показателей. Статистические критерии. Сравнение средних арифметических. Сравнение долей. Сравнение двух частотных распределений. Критерий хи-квадрат. Дисперсионный анализ количественных признаков. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ.	Устный опрос.
3	Модели и алгоритмы многомерного статистического анализа, применяемые в экологических исследованиях	Методы многомерной статистики как развитие теории корреляции. Линейная комбинация признаков. Обзор основных методов многомерного статистического анализа. Методы многомерного статистического анализа – аналоги одномерных. Методы многомерного статистического анализа внутригрупповой изменчивости. Методы многомерного статистического анализа межгрупповой изменчивости. Кластерный анализ и области его применения. Правила объединения объектов в кластеры. Графическое изображение результатов кластерного анализа. Дискриминантный анализ и области его применения. Дискриминантное уравнение и его параметры. Анализ главных компонент и области его применения. Принцип ортогональности главных компонент.	Устный опрос.

2.3.2 Практические занятия

№ раздела	Наименование раздела	Тематика практических занятий	Форма текущего контроля
1	Статистические характеристики варьирующих объектов.	Выполнение практической работы по построению интервальных вариационных рядов и построения на их основе полигонов распределения частот, вариационных кривых и гистограмм распределения частот. Изучение реализации этих методов в интегрированной системе статистического анализа и обработки данных «Statistica».	Устный опрос. Проверка результатов индивидуальной практической работы.
2	Модели и алгоритмы вариационной статистики, применяемые в экологических исследованиях	Выполнение практической работы по сравнению выборочных средних арифметических и выборочных долей с использованием критерия Стьюдента. Виды дисперсионных комплексов. Градации факторов и их характер. Анализ однофакторных комплексов. Анализ двухфакторных комплексов. Изучение реализации этих методов в интегрированной системе статистического анализа и обработки данных «Statistica».	Устный опрос. Проверка результатов индивидуальной практической работы.

2	Модели и алгоритмы многомерного статистического анализа, применяемые в экологических исследованиях	Выполнение практической работы по применению метода главных компонент и факторный анализ. Дискриминантный анализ. Кластерный анализ. Изучение реализации этих методов в интегрированной системе статистического анализа и обработки данных «Statistica».	Устный опрос. Проверка результатов индивидуальной практической работы.
---	--	---	---

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

2.3.4 Контролируемая самостоятельная работа студентов (КСР)

Контролируемая самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины не предусмотрена.

2.3.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По дисциплине курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине «Математические методы в экологии»

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Подготовка к практическому занятию, подготовка к устному опросу	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой зоологии, протокол № 16 от 13 июня 2017 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

3. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий по «дисциплине «Математические методы в экологии» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

В учебном процессе используются активные формы проведения занятий: проблемные лекции и управляемые дискуссии, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм и т.д.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные лекции и управляемые дискуссии, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм и т.д.

Таблица 7

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Практические занятия	Управляемые преподавателем беседы на темы: 1. «Основы планирования биологических экспериментов и наблюдений, адекватных конкретным экологическим исследованиям». 2. «Количественные и качественные переменные: особенности их статистического анализа». Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия. Контролируемые преподавателем дискуссии по темам: 1. «Интерпретация результатов математической обработки результатов экологических экспериментов и наблюдений». 2. «Особенности применения методов многомерной статистики в экологии».	6

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

4.1.1 Вопросы для подготовки к практическим занятиям (семинарам)

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом практическом занятии (семинаре) для определения теоретической подготовки, в том числе в ходе самостоятельной работы, в виде устного опроса, который оценивается по пятибалльной шкале.

Раздел 1. Способы классификации и группировки результатов экологических экспериментов и наблюдений. Статистические характеристики варьирующих объектов.

1. Генеральная совокупность и выборка.
2. Понятия статистической совокупности и статистического комплекса.
3. Признаки и их свойства. Классификация признаков.
4. Причины варьирования результатов наблюдения.
5. Формы учёта результатов наблюдений.
6. Понятие репрезентативности выборки.
7. Рандомизация. Способы отбора вариантов из генеральной совокупности.
8. Точечные оценки и требования предъявляемые к ним. Статистические ошибки.
9. Интервальные оценки. Доверительный интервал для генеральной средней и других выборочных характеристик.
10. Доверительные вероятности.
11. Уровни значимости.
12. Средние величины. Степенные средние величины: средняя арифметическая, средняя гармоническая, средняя квадратическая, средняя кубическая, средняя геометрическая.
13. Свойства, сущность и значение средней арифметической.
14. Структурные средние: медиана, мода, квантили.
15. Показатели вариации. Дисперсия и ее свойства. Степени свободы. Среднее квадратическое отклонение. Коэффициент вариации.
16. Нормированное отклонение.

17. Статистические характеристики при альтернативной группировке вариантов.

Раздел 2. Модели и алгоритмы вариационной статистики, применяемые в экологических исследованиях;

1. Анализ степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым.
2. Использование коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения.
3. Критерий соответствия хи-квадрат К. Пирсона.
4. Причины асимметрии эмпирических распределений.
5. Задачи дисперсионного анализа.
6. Методы разложения дисперсии.
7. Виды дисперсионных комплексов. Градации факторов и их характер.
8. Анализ однофакторных комплексов. Равночисленные и неравночисленные комплексы.
9. Оценка доли влияния факторов.
10. Сравнение групповых средних дисперсионного комплекса.
11. Анализ двухфакторных комплексов.
12. Ортогональные и неортогональные комплексы.
13. Многофакторные комплексы.
14. Анализ иерархических комплексов.
15. Методы дисперсионного анализа в интегрированной системе статистического анализа и обработки данных «Statistica 6.0».
16. Функциональная зависимость и корреляция.
17. Коэффициент корреляции и методы его вычисления. Ковариация.
18. Оценка достоверности разности между коэффициентами корреляции.
19. Корреляционное отношение.
20. Коэффициенты детерминации
21. Непараметрические показатели связи. Коэффициент корреляции рангов К. Спирмена.
22. Множественная и частная корреляция.
23. Регрессионный анализ.
24. Линейная регрессия. Определение параметров линейной регрессии.
25. Множественная линейная регрессия.

Раздел 3. Модели и алгоритмы многомерного статистического анализа, применяемые в экологических исследованиях.

1. Что такое линейная комбинация признаков?
2. Раскройте понятия о векторе средних, корреляционной и ковариационной матрицах.
3. В чём заключается сущность методов изучения внутригрупповой и межгрупповой изменчивости.
4. Метод главных компонент и факторный анализ.
5. Дискриминантный анализ.
6. Множественный регрессионный анализ.
7. Кластерный анализ.
8. Как используется морфометрический анализ в популяционных исследованиях экологических объектов, и какие методы многомерного статистического анализа при этом применяются.

Критерии оценки ответов:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если им дан правильный и полный ответ на предложенный вопрос, продемонстрированы знания фактического материала, умение анализировать и синтезировать материал, формулировать аргументированные выводы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если им дан в целом правильный ответ,

но в ответе имеются отдельные недочеты или незначительные ошибки;

– оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если им показан недостаточный уровень знаний по предложенному вопросу;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он демонстрирует при ответе полное отсутствие знания материала, допускает при ответе грубые фактические ошибки.

4.1.2 Задания для выполнения индивидуальной практической работы:

Текущая аттестация по разделам дисциплины проводится в форме проверки выполнения индивидуальной работы на практических занятиях и для выполнения индивидуальной самостоятельной работы.

Перечень заданий для контроля знаний студентов в форме проверки выполнения индивидуальной работы на практических занятиях и для выполнения индивидуальной самостоятельной работы.

Задание 1.

1. Постройте интервальный вариационного ряда и вычислите для этого вариационного ряда выборочные статистические показатели и их стандартные ошибки.

2. Задание по альтернативной группировке данных и вычислению их статистических характеристик.

Задание 2.

1. Постройте интервальный вариационный ряд, полигон и гистограмму частот.

2. Вычислите для этого вариационного ряда среднюю арифметическую, медиану, моду, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, дисперсию и коэффициент вариации.

Задание 3.

1. Задание по вычислению стандартных ошибок средней арифметической и коэффициента вариации.

2. Задание по вычислению доверительных интервалов для генеральной средней.

Задание 4.

1. Задание по оценке достоверности разности средних арифметических и между выборочными долями.

2. Задание по оценке достоверности разности между коэффициентами вариации.

Задание 5.

1. Задание по вычислению критерия хи-квадрат для оценки соответствия эмпирического распределения нормальному закону,

2. Задание по вычислению критерия хи-квадрат для сравнения двух эмпирических распределений,

Задание 6.

1. Задание по применению однофакторного дисперсионного анализа.

2. Задание по вычислению критерия хи-квадрат для проверки соответствия частот по классам в четырёхпольной и многопольной таблицах.

Задание 7.

1. Задание по применению двухфакторного дисперсионного анализа.

2. Задание по оценке достоверности разности между коэффициентами вариации.

Задание 8.

1. Задание по вычислению коэффициента корреляции и оценке его достоверности.

2. Постройте эмпирическую и теоретическую линии регрессии. Составьте уравнения регрессии.

Задание 9.

1. Задание по оценке достоверности разности средних арифметических и между выборочными долями.

2. Постройте эмпирическую и теоретическую линии регрессии. Составьте уравнения регрессии.

Задание 10.

1. С использованием интегрированной системы статистического анализа и обработки

данных «Statistica» проведите дискриминантный анализ и интерпретируйте его результаты.

Задание 11.

1. С использованием интегрированной системы статистического анализа и обработки данных «Statistica», проведите кластерный анализ и интерпретируйте его результаты.

Задание 12.

1. С использованием интегрированной системы статистического анализа и обработки данных «Statistica», проведите анализ главных компонент и интерпретируйте его результаты.

Задания для выполнения индивидуальной работы на практическом занятии и для выполнения индивидуальной самостоятельной работы выполняются студентами на предложенных преподавателем числовых примерах.

Числовое задание для выполнения индивидуальной работы на лабораторных занятиях и для выполнения индивидуальной самостоятельной работы.

Задания для выполнения индивидуальной работы на практическом занятии и для выполнения индивидуальной самостоятельной работы выполняются студентами на предложенных преподавателем числовых примерах.

Выборки черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*) разного пола из двух популяций (бухты Бета и бухты Пшада) были описаны по нескольким морфометрическим признакам створок раковины.

Вариант

1

N	Место	пол	Высота створки	N	Место	пол	Высота створки	N	Место	пол	Высота створки
1	Бета	жен	4,8	35	Бета	муж	5,7	69	Пшада	муж	3,5
2	Бета	жен	4,5	36	Бета	муж	5,9	70	Пшада	муж	3,0
3	Бета	жен	4,3	37	Бета	муж	5,0	71	Пшада	муж	2,0
4	Бета	жен	4,0	38	Бета	муж	4,0	72	Пшада	муж	2,5
5	Бета	жен	5,0	39	Бета	муж	4,6	73	Пшада	муж	3,0
6	Бета	жен	4,5	40	Бета	муж	4,0	74	Пшада	муж	4,0
7	Бета	жен	3,2	41	Бета	муж	4,6	75	Пшада	муж	2,5
8	Бета	жен	4,0	42	Бета	муж	3,5	76	Пшада	муж	3,5
9	Бета	жен	3,0	43	Бета	муж	4,0	77	Пшада	муж	2,5
10	Бета	жен	4,5	44	Бета	муж	5,0	78	Пшада	муж	3,0
11	Бета	жен	3,0	45	Бета	муж	5,0	79	Пшада	муж	3,0
12	Бета	жен	4,5	46	Бета	муж	4,5	80	Пшада	муж	3,0
13	Бета	жен	3,0	47	Бета	муж	3,5	81	Пшада	муж	3,0
14	Бета	жен	3,5	48	Бета	муж	3,5	82	Пшада	жен	4,0
15	Бета	жен	4,0	49	Бета	муж	3,0	83	Пшада	жен	2,5
16	Бета	жен	6,7	50	Бета	муж	4,5	84	Пшада	жен	2,5
17	Бета	жен	6,0	51	Пшада	муж	3,5	85	Пшада	жен	3,5
18	Бета	жен	7,0	52	Пшада	муж	3,5	86	Пшада	жен	3,0
19	Бета	жен	4,5	53	Пшада	муж	2,5	87	Пшада	жен	4,0
20	Бета	жен	5,0	54	Пшада	муж	2,5	88	Пшада	жен	3,0
21	Бета	жен	5,0	55	Пшада	муж	4,0	89	Пшада	жен	3,0
22	Бета	жен	4,5	56	Пшада	муж	3,0	90	Пшада	жен	3,5
23	Бета	жен	5,0	57	Пшада	муж	3,0	91	Пшада	жен	3,5
24	Бета	жен	4,0	58	Пшада	муж	3,0	92	Пшада	жен	2,0
25	Бета	жен	4,0	59	Пшада	муж	3,0	93	Пшада	жен	4,0
26	Бета	муж	3,0	60	Пшада	муж	3,0	94	Пшада	жен	3,0
27	Бета	муж	3,0	61	Пшада	муж	4,0	95	Пшада	жен	3,0

28	Бета	муж	3,0	62	Пшада	муж	3,0	96	Пшада	жен	3,0
29	Бета	муж	5,0	63	Пшада	муж	3,0	97	Пшада	жен	2,0
30	Бета	муж	3,0	64	Пшада	муж	2,5	98	Пшада	жен	3,0
31	Бета	муж	5,0	65	Пшада	муж	4,0	99	Пшада	жен	3,0
32	Бета	муж	5,0	66	Пшада	муж	4,0	100	Пшада	жен	3,5
33	Бета	муж	4,0	67	Пшада	муж	3,0	101	Пшада	жен	3,5
34	Бета	муж	4,0	68	Пшада	муж	4,0	102	Пшада	жен	3,0

Критерии оценки:

– оценка «отлично» выставляется студенту, если им правильно и полностью решены контрольные задания, продемонстрировано умение анализировать и синтезировать материал;

– оценка «хорошо» выставляется студенту, если контрольные задания решены в целом правильно, но в ответе имеются отдельные недочеты или незначительные ошибки;

– оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если контрольные задания решены с грубыми фактическими ошибками, показано недостаточное владение материалом;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он демонстрирует полное отсутствие знания материала, контрольные задания не выполнены.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Вопросы для подготовки к зачету

1. Генеральная совокупность и выборка. Понятия статистической совокупности и статистического комплекса.

2. Признаки и их свойства. Классификация признаков. 3. Причины варьирования результатов наблюдения.

4. Понятие репрезентативности выборки. Рандомизация. Способы отбора вариантов из генеральной совокупности.

5. Точечные оценки и требования предъявляемые к ним. Статистические ошибки.

6. Интервальные оценки. Доверительный интервал для генеральной средней и других выборочных характеристик.

7. Доверительные вероятности. Уровни значимости.

8. Статистические гипотезы и их проверка. Нулевая гипотеза.

9. Параметрические критерии. t-критерий Стьюдента. Оценка разности выборочных средних арифметических.

10. Оценка разности между выборочными долями.

11. F-критерий Фишера. F-распределение.

12. Оценка разности между коэффициентами вариации.

13. Непараметрические критерии.

14. Анализ степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым.

Причины асимметрии эмпирических распределений.

15. Использование коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения.

16. Критерий соответствия хи-квадрат К.Пирсона.

17. Виды дисперсионных комплексов.

18. Анализ однофакторных комплексов.

19. Градации факторов и их характер. Анализ однофакторных комплексов. Равночисленные и неравночисленные комплексы.

20. Оценка доли влияния факторов.

21. Сравнение групповых средних дисперсионного комплекса.

22. Анализ двухфакторных комплексов.

23. Ортогональные и неортогональные комплексы.

24. Функциональная зависимость и корреляция.

25. Коэффициент корреляции и методы его вычисления. Ковариация. 26. Оценка достоверности разности между коэффициентами корреляции. 27. Корреляционное отношение. Коэффициенты детерминации.

28. Оценка формы связи. 29. Непараметрические показатели связи.

30. Коэффициент корреляции рангов К. Спирмена. 31. Линейная регрессия. Уравнение регрессии.

32. Определение параметров линейной регрессии. 33. Односторонняя регрессия.

34. Коэффициент регрессии.

35. Эмпирические линии регрессии и их выравнивание. 36. Нелинейная регрессия.

37. Линейная комбинация признаков.

38. Метод главных компонент и факторный анализ. 39. Дискриминантный анализ.

40. Кластерный анализ.

37. Линейная комбинация признаков.

38. Методы многомерного статистического анализа – аналоги одномерных.

39. Методы многомерного статистического анализа внутригрупповой изменчивости.

40. Методы многомерного статистического анализа межгрупповой изменчивости.

41. Кластерный анализ и области его применения. Правила объединения объектов в кластеры. Графическое изображение результатов кластерного анализа.

42. Дискриминантный анализ и области его применения. 43. Дискриминантное уравнение и его параметры.

44. Анализ главных компонент и области его применения. 45. Принцип ортогональности главных компонент.

Критерии оценки:

– оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. Полностью раскрыто содержание материала в объёме программы.
2. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание.
3. Проведены доказательства на основе конкретных примеров.
4. Сформулированы конкретные и правильные выводы
5. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые

ранее.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

1. Основное содержание учебного материала не раскрыто.
2. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя.
3. Допущены грубые ошибки в определениях, доказательствах и выводах.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Математические методы в экологии»

5.1 Основная литература:

1. Халафян А.А. Статистический анализ данных. STATISTICA 6.0: учебное пособие для студентов вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ-Пресс, 2010. 522 с.
2. Ризниченко Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии. М., 2018. 183 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblio-online.ru/viewer/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E>
3. Математические методы в биологии / сост. И.В. Иванов. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. 196с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232506>

5.2 Дополнительная литература:

1. Горяинова, Е.Р., А.Р. Панков, Платонов Е.Н. Прикладные методы анализа статистических данных: учебное пособие. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012. 312 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227280>
2. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические методы в биологии и экологии. Ч. 1. М., 2017. 253 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516>
3. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические методы в биологии и экологии. Ч. 2. М., 2017. 211 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblio-online.ru/book/2D30EB19-12A1-458F-8E5D-195991D8C04F>
4. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе statistica: учебное пособие для вузов / Гашев, С. Н., Бетляева, Ф. Х., Лупинос, М. Ю. М., Юрайт, 2017. 207 с. – [Электронный ресурс]. URL: <https://biblio-online.ru/book/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5>.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интер- нет», необходимых для освоения дисциплины «Математические методы в экологии».

1. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/> ООО «ЭБС ЛАНЬ» Договор № 2711/2018/2 от 27 ноября 2018 г. (Срок действия 01.01.19 по 31.12.19)
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru ООО «Директ-Медиа» Договор № 1911/2018/2 от 19 ноября 2018 г. (Срок действия 01.01.19 по 31.12.19)
3. ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru> ООО Электронное издательство «Юрайт» Договор №1911/2018/1 от 19 ноября 2018 г. (Срок действия 20.01.19 по 19.01.20)
4. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru> ООО «КноРус медиа» Договор № 2711/2018/1 от 27 ноября 2018 г. (Срок действия 01.01.19 по 31.12.19)
5. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ООО «ЗНАНИУМ» Договор № 1911/2018/3 от 19 ноября 2018 г. (Срок действия 01.01.19 по 31.12.19)
6. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/> ООО «ЭБС ЛАНЬ» Договор № 1112/2019/2 от 11 декабря 2019 г. (Срок действия 01.01.20 по 31.12.20)
7. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru ООО «Директ-Медиа» Договор № 1511/2019/1 от 15 ноября 2019 г. (Срок действия 01.01.20 по 31.12.20)
8. ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru> ООО Электронное издательство «Юрайт» Договор №1511/2019/2 от 15 ноября 2019 г. (Срок действия 20.01.20 по 19.01.21)
9. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru> ООО «КноРус медиа» Договор № 1511/2019/3 от 15 ноября 2019 г. (Срок действия 01.01.20 по 31.12.20)
10. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ООО «ЗНАНИУМ» Договор № 1112/2019/1 от 11 декабря 2019 г. (Срок действия 01.01.20 по 31.12.20)

На 2021 год планируется подписка на те же ЭБС, что в 2020 году.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Математические методы в экологии»

1. Практические занятия (семинары)

- ознакомиться с темой, целью, задачами занятия;
- ознакомиться с предложенными к занятию вопросами;
- изучить соответствующий лекционный материал;
- изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
- изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
- написать план-конспект ответа на вопросы с указанием ученых, используемых ими методов и открытий, объемом четыре рукописные страницы на один вопрос;
- подготовить устное сообщение в соответствии с планом-конспектом на 2-3 минуты.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Математические методы в экологии» (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий

Использование преподавателем электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Российское образование, федеральный портал [Официальный сайт] — URL: <http://www.edu.ru>
2. Коллекция журналов издательства Elsevier на портале Science Direct. <http://www.sciencedirect.com/>
3. Электронная библиотечная система "Айбукс". <http://ibooks.ru/>
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

8.3 Перечень необходимого программного обеспечения

В процессе подготовки используется программное обеспечение для программы для работы с текстом (*Microsoft Word*), построения таблиц и графиков (*Microsoft Word, Excel*), создания и демонстрации презентаций (*Microsoft PowerPoint*).

1. ABBYY FineReader 12 - ПО для распознавания отсканированных изображений (ABBYY). Артикул правообладателя ABBYY FineReader 12 Corporate 11-25 лицензий Concurrent. Лицензионный договор №127-АЭФ/2014 от 29.07.2014.
2. Adobe Acrobat Professional 11 - По для работы с документами в PDF формате (Adobe). Артикул правообладателя Adobe Acrobat Professional 11 AcademicEdition License Russian Multiple Platforms . Лицензионный договор №115-ОАЭФ/2013 от 05.08.2013.
3. Microsoft Desktop Education ALNG LicSAPk MVL – Пакет программного обеспечения «Платформа для настольных компьютеров» в рамках соглашения с правообладателем Microsoft “Enrollment for Education Solutions” 72569510. Артикул правообладателя Microsoft Desktop Education ALNG LicSAPk MVL Pre2017EES A Faculty EES, код 2UJ-00001 (Лицензионный договор №73–АЭФ/223-ФЗ/2018)
4. Microsoft Office 365 Professional Plus - Пакет программного обеспечения для учащихся с использованием облачных технологий (Microsoft). Артикул правообладателя O365ProPlusforEDU ShrdSvr AllLng MonthlySubscriptions-VolumeLicense MVL 1License PerUsr

STUUseBnft 5XS-00002. Соглашение Microsoft “Enrollment for Education Solutions” 72569510. Лицензионный договор №73–АЭФ/223-ФЗ/2018. от 06.11.2018.

5. Microsoft Office 365 Professional Plus - Пакет программного обеспечения для преподавателей и сотрудников с использованием облачных технологий (Microsoft). Артикул правообладателя O365ProPlusforEDU AllLng MonthlySubscriptions-VolumeLicense MVL1License AddOn toOPP (код 5XS-00003). Соглашение Microsoft “Enrollment for Education Solutions” 72569510. Лицензионный договор №73–АЭФ/223-ФЗ/2018. от 06.11.2018

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образова- тельного процесса по дисциплине «Математические методы в экологии»

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1	Лекционные занятия	1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа ауд. № 425. Учебная мебель, экран - 1 шт., проектор - 1 шт., ноутбук - 1 шт., документ-камера - 1 шт., акустическая система - 1 шт., микшерный пульт - 1 шт., усилитель - 1 шт., интерактивная трибуна - 1 шт., наборы тематических слайдов.
2	Семинарские (практические) занятия	1. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа ауд. № 416. Учебная мебель, экран - 1 шт., проектор - 1 шт., ноутбук - 1 шт. 2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа ауд. № 437. Учебная мебель, персональный компьютер – 12 шт. с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

3	Групповые (индивидуальные) консультации	1. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций ауд. № 416. Учебная мебель. 2. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций ауд. № 437. Учебная мебель, персональный компьютер – 12 шт. с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
4	Текущий контроль, промежуточная аттестация	1. Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации ауд. № 416. Учебная мебель.
5	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы ауд. № 437. Учебная мебель, персональный компьютер – 12 шт. с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещение для самостоятельной работы (350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149) ауд. № 108 С, 109 С. Оснащено учебной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.