

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ребковец Ольга Александровна
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 09.11.2025 12:46:02
Уникальный программный ключ:
e789ec8739030382afc5ebff702928ad1af5c1b

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

	Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры биологии и химии зав. кафедрой биологии и химии _____ Е.А. Девятова
--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.Б.06 «Математические методы в биологии»**

Направление подготовки (специальность): 06.03.01 Биология
Профиль подготовки: Биоэкология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Курс 2 Семестр 4

Зачет: 4 семестр

Петропавловск-Камчатский 2020 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Приказом Минобрнауки России от 07.08.2014 №944.

Разработчик:

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии

Елизавета Александровна Девятова

(подпись)

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине	4
4. Содержание дисциплины	5
5. Тематическое планирование	6
6. Самостоятельная работа	7
6.1. Планы семинарских (практических, лабораторных) занятий	7
6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа	12
7. Перечень вопросов на зачет	12
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение	16
9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента	17

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение статистических методов для решения задач анализа данных в биологическом экспериментальном исследовании.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний и умений количественного представления биологических фактов;
- освоение методов обобщенного описания множества фактов (статического оценивания);
- знакомство с принципами проверки статистических гипотез.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Б.1. Дисциплины (модули), базовая часть. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные студентами в результате освоения курса высшей математики и информатики. Курс читается после дисциплин «Математика» и «Информатика и современные информационные технологии», формируя базу математических знаний, необходимых биологу в профессиональной деятельности.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология:

Шифр компетенции,	Наименование компетенции	Результаты освоения компетенции
-------------------	--------------------------	---------------------------------

формируемой в результате освоения дисциплины		
ОК-7	способность самоорганизации самообразованию	Знать: принципы анализа информации, основные справочные системы, профессиональные базы данных. Уметь: обосновать траекторию личностного и профессионального роста, основываясь на методах самоменеджмента и самоорганизации. Владеть: приемами эффективного планирования и организации рабочего времени.
ОПК-1	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: принципы анализа информации, основные справочные системы, профессиональные базы данных, требования информационной безопасности. Уметь: использовать современные информационные технологии для саморазвития и профессиональной деятельности и делового общения. Владеть: культурой библиографических исследований и формирования библиографических списков.
ОПК-2	способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	Знать: основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований. Уметь: использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности. Владеть: методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.
ПК-2	способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	Знать: принципы отбора, систематизации и способы интерпретации информации, полученной в биологических экспериментах и из литературных источников Уметь: проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований; выполнять эксперименты и оформляет результаты исследований и разработок Владеть: навыками подготовки документации, проектов планов и программ проведения исследований
ПК-8	способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	Знать: принципы анализа информации, основные справочные системы, профессиональные базы данных, требования информационной безопасности. Уметь: создавать базы экспериментальных биологических данных. Владеть: основными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ.

4. Содержание дисциплины

Модуль 1. Математические методы в биологии

Принципы количественной биологии. Этапы биометрического исследования. Выборка и ее статистическое описание. Формирование выборки. Построение вариационного ряда. Параметры выборки. Типы распределения биологических признаков (нормальное распределение, биномиальное распределение, распределение Пуассона, альтернативное распределение, полиномиальное распределение, равномерное распределение). Генеральная совокупность и выборка. Ошибки репрезентативности. Доверительный интервал. Определение точности опыта и оптимального объема выборки. Понятия асимметрии и эксцесса. Проверка статистических гипотез. Чужеродность варианты в выборке. Сравнение выборок: сравнение средних арифметических по критерию Т Стьюдента; сравнение стандартных отклонений по критерию Т Стьюдента; сравнение дисперсий по критерию F Фишера; сравнение коэффициентов вариации по критерию Т Стьюдента; сравнение двух выборок по непараметрическим критериям (критерий U Уилкоксона – Манна – Уитни, критерий Т Уайта, критерий Q Розенбаума); сравнение выборок по критерию χ^2 Пирсона; сравнение нескольких выборок по величине одного признака (однофакторный дисперсионный анализ); сравнение нескольких выборок по величине двух признаков (двухфакторный дисперсионный анализ). Основы корреляционного анализа. Биологическая интерпретация коэффициента корреляции. Направление изменчивости. Ложная корреляция. Множественная корреляция. Частная корреляция. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Регрессионный анализ зависимости двух признаков. Расчет линейной регрессии. Уравнение регрессии. Криволинейная регрессия.

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Математические методы в биологии	10	12	0	50	72
Всего		10	12	0	50	72

Тематический план

Модуль 1

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
Лекции			
1	Принципы количественной биологии. Выборка и ее статистическое описание	2	ОПК-2
2	Статистическая оценка генеральных параметров	2	ОПК-2
3	Оценка различий двух выборок	2	ОПК-2
4	Оценка влияния фактора	2	ОПК-2
5	Оценка зависимости между признаками	2	ОПК-2
Практические занятия (семинары)			
1	Вычисление параметров выборок	2	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
2	Статистическое оценивание. Оценка принадлежности варианты к выборке	2	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8

3	Сравнение выборок по величине и изменчивости признака, сравнение двух выборок с помощью непараметрических критериев	2	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
4	Дисперсионный анализ	2	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
5	Корреляционный анализ	2	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
6	Регрессионный анализ	2	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
Самостоятельная работа			
1	Решение задач по теме «Выборка и ее статистическое описание»	6	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
2	Решение задач по теме «Статистическая оценка генеральных параметров»	6	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
3	Решение задач по теме «Оценка различий двух выборок»	6	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
4	Решение задач по теме «Оценка влияния фактора»	7	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
5	Решение задач по теме «Сравнение двух выборок с помощью непараметрических критериев»	7	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
6	Решение задач по теме «Оценка зависимости между признаками»	7	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
7	Итоговая работа	5	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8
8	Подготовка к зачету	5	ОК-7; ОПК-1; ОПК-2; ПК-2; ПК-8

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию;
- решение задач;
- подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий.

6.1. Планы семинарских (практических, лабораторных) занятий

Практическое занятие № 1 (2 часа)

Тема: Вычисление параметров выборок.

Необходимо решить следующие задачи. Для решения используется пакет MS Excel в кабинете информатики.

Задача №1

Изучение плодовитости лисиц дало следующие результаты:

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

Вычислите параметры выборки. Постройте график распределения (гистограмму).
Сделайте вывод.

Задача №2

Протромбиновый индекс у больных равен:

104 88 107 72 92 88 88 97 100 107 80 82 105 86 86 80 88 77 100 92 84

Вычислите параметры выборки. Постройте график распределения (полигон частот). Сделайте вывод.

Задача №3

Измерена средняя длина ребер на раковинах ископаемого моллюска *Orthambonites calligramma*:

32,3 34,2 31,7 31,1 30,9 26,0 26,4 26,6 31,8 26,2 26,3 26,9 26,5 25,1 19,0 20,2 20,7 22,4

Вычислите параметры выборки. Постройте график распределения (кумулятивную огиву). Сделайте вывод.

Задача №4

Измерена высота растений нивяника обыкновенного:

34,0 35,5 26,0 29,5 30,0 19,5 33,0 32,5 32,0 18,0 46,0 37,5 23,5 29,0 26,5 37,5 44,0

Вычислите параметры выборки. Постройте графики распределения (полигон частот, гистограмму, кумулятивную огиву). Сделайте вывод.

Практическое занятие № 2 (2 часа)

Тема: Статистическое оценивание. Оценка принадлежности варианты к выборке.

Необходимо решить следующие задачи. Для решения используется пакет MS Excel в кабинете информатики.

Задача №1

Выявлено количество личинок жуков-щелкунов на 1 м² почвы:

3 7 1 11 7 8 7 2 7 3 6 3 1 3

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Определите точность опыта. Определите принадлежность максимальной и минимальной вариант к выборке.

Задача №2

Определили частоту пульса у детей 1-2 лет:

112 121 108 97 99 118 127 109 117 123 111 118 113

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Определите точность опыта. Определите принадлежность максимальной и минимальной вариант к выборке.

Задача №3

Измерили высоту растений нивяника обыкновенного (см) на вершине холма:

34,0 35,5 26,0 29,5 30,0 19,5 33,0 32,5 32,0 18,0 46,0 37,5 23,5 29,0 26,5 37,5 33,0 47,0 39,0

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Определите точность опыта. Определите принадлежность максимальной и минимальной вариант к выборке.

Задача №4

Подсчитали количество зубцов на 1 см края листа у крапивы двудомной:

6 7 5 12 5 4 8 9 8 9 8 9 8 7 10 10 11 9 8 8 9 10

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Определите точность опыта. Определите принадлежность максимальной и минимальной вариант к выборке.

Задача №5

Определили вес птенцов сорокопута (г):

12,6 14,6 20,0 24,0 26,0 27,6 30,4 25,0 37,5 38,0 13,8 17,0 21,8 22,0 23,0 22,0 11,3

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Определите точность опыта. Определите принадлежность максимальной и минимальной вариант к выборке. Постройте график распределения.

Практическое занятие № 3 (2 часа)

Тема: Сравнение выборок по величине и изменчивости признака, сравнение двух выборок с помощью непараметрических критериев.

Необходимо решить следующие задачи. Для решения используется пакет MS Excel в кабинете информатики.

Задача №1

Число бедренных пор у живородящей ящерицы:

а) из Бельгии: 9 13 9 10 11 12 11 11 11 11 11 10

б) из Швейцарии: 12 11 11 12 11 10 11

в) с Сахалина: 10 11 8 7 9

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Сравните выборки и сделайте вывод.

Задача №2

Скорость кровотока (в сек.) до (а) и после (б) 20 приседаний:

а) 4,0 5,0 5,0 5,1 5,2 6,0 6,0 5,8 5,0 5,7 5,0 4,5 5,9

б) 3,5 4,0 4,2 4,2 4,0 4,7 4,3 4,0 3,0 3,7 3,6 3,1 4,3

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Сравните выборки и сделайте вывод.

Задача №3

Диаметр соцветия в мм у нивяника в начале (а) и в конце (б) цветения:

а) 13 9 12 9 9 8 10 11 7 9

б) 14 13 11 14 11 10 11 13 12 12

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Сравните выборки и сделайте вывод.

Задача №4

Кровяное давление у 16 здоровых людей после приема кофеина (а) и ложной пилюли (б):

а) 126 145 137 116 137 157 126 139 143 129 143 145 153 135 163 133

б) 121 143 115 106 135 157 117 130 135 123 141 138 147 129 160 123

Вычислите параметры выборки. Вычислите ошибки репрезентативности. Сравните выборки и сделайте вывод.

Непараметрические критерии

Вычислить параметры выборки и ошибки репрезентативности. Вычислить значение критерия U. Сделать выводы.

Задача 1.

Скорость кровотока измерялась двумя методами (в баллах). Согласованы ли эти результаты?

x	5	10	13	9	9	12	7	8	9	5	8
y	8	12	15	9	10	13	11	7	11	7	8

Задача 2.

Коррелирован ли состав фаун двух территорий (x, y) по первым 10 семействам?

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

Задача 3.

В результате исследований флор были получены следующие спектры 10 ведущих семейств (в % от общего числа видов): астровые (1), бобовые (2), мятликовые (3),

капустные (4), губоцветные (5), гвоздичные (6), сельдерейные (7), норичниковые (8), лилейные (9), бурачниковые (10).

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

Коррелирован ли состав флоры этих территорий?

Практическое занятие № 4 (2 часа)

Тема: Дисперсионный анализ.

Необходимо решить следующие задачи. Для решения используется пакет MS Excel в кабинете информатики.

Задание 1

Оценить достоверность и силу влияния фактора.

Изучалось влияние возрастающих доз удобрений на урожайность:

Повторности	Урожай		
1	30	35	37
2	35	36	36
3	34	37	38

Задание 2

Оценить достоверность и силу влияния фактора.

Изучалась полярографическая активность фильтрата сыворотки крови при разной длительности заболевания:

A_1	98	152	168	143	128	162	96	157	162	184
A_2	90	79	101	86	171	142	82	104	108	64
A_3	69	71	116	102	110	64	120	141	92	76
A_4	51	51	71	94	64	66	72	135	75	124

Практическое занятие № 5 (2 часа)

Тема: Корреляционный анализ.

Необходимо решить следующие задачи. Для решения используется пакет MS Excel в кабинете информатики.

1. Вычисление коэффициента корреляции

*Определение корреляционной связи между длиной и диаметром у желудей дуба черешчатого (*Quercus robur* L.)*

Последовательность выполнения работы:

- определить средние арифметические для вариационных рядов.
- определить средние квадратические отклонения.
- определить коэффициент корреляции.
- определить степень надежности или достоверности найденной величины корреляционной связи.
- проанализировать результаты исследований.

Величины вариантов длины (x) и диаметра (y) желудей (мм)

Длина	25	24	27	24	25	26	25	27	26	24	25	26	25	26
диаметр	15	10	15	11	12	11	12	16	13	11	11	12	11	11

2. Вычисление коэффициента корреляции

Определение корреляционной связи между высотой растений и влажностью почвы

В результате проведенных исследований получены высоты однолетних саженцев тополя (гибрид «Казахстанский»), выращенных в различных условиях водообеспеченности (влажность почвы, выражена в процентах).

В результате исследований получены:
высоты растений (см):

200	205	203	203	194	190	190	175	177	178
179	201	205	160	165	165	197	198	198	200
200	205	200	190	170	173	175	176	190	200
205	205	203	193	165	170	175	175	180	195

влажность почвы (%):

75	77	77	75	72	72	72	60	70	71
71	75	75	69	69	69	73	73	74	75
75	75	74	70	64	66	68	69	70	75
75	75	74	70	64	66	68	69	70	75

3. Вычисление множественной корреляции

Даны длина (x), ширина (y) в мм раковины ископаемого моллюска и горизонт залегания в м (z):

x	11,2	14,7	13,4	12,8	17,1	17,8	22,5
y	11,7	14,4	13,1	13,1	16,1	18,8	23,0
z	1	2	3	4	5	6	7

Определите коэффициенты корреляции между парами признаков. Определите коэффициент множественной корреляции и частной корреляции между длиной раковины и горизонтом залегания.

Непараметрические критерии

Вычислить параметры выборки и ошибки репрезентативности. Вычислить ранговый коэффициент корреляции. Сделать выводы.

Задача 1.

Скорость кровотока измерялась двумя методами (в баллах). Согласованы ли эти результаты?

x	5	10	13	9	9	12	7	8	9	5	8
y	8	12	15	9	10	13	11	7	11	7	8

Задача 2.

Коррелирован ли состав фаун двух территорий (x, y) по первым 10 семействам?

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

Задача 3.

В результате исследований флор были получены следующие спектры 10 ведущих семейств (в % от общего числа видов): астровые (1), бобовые (2), мятликовые (3), капустные (4), губоцветные (5), гвоздичные (6), сельдерейные (7), норичниковые (8), лилейные (9), бурачниковые (10).

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

Коррелирован ли состав флоры этих территорий?

Практическое занятие № 6 (2 часа)

Тема: Регрессионный анализ.

Необходимо решить следующие задачи. Для решения используется пакет MS Excel в кабинете информатики.

Задание 1

Составить уравнение регрессии, оценить достоверность взаимодействия, достоверность коэффициентов регрессии, силу влияния.

Географическая широта в градусах (x) и длина хоботка домашней пчелы в мм (y):

x	47 49 52 54 59 60
y	6,5 6,4 6,3 6,2 5,9 5,7

Задание 2

Составить уравнение регрессии, оценить достоверность взаимодействия, достоверность коэффициентов регрессии, силу влияния.

Общая длина в см (x) и вес в г (y) человеческого эмбриона:

x	15 23 30 35 40 46 50
y	120 300 640 1210 1700 2240 3250

Задание 3

Составить уравнение регрессии, оценить достоверность взаимодействия, достоверность коэффициентов регрессии, силу влияния.

Длина змей в см (x) и средний видовой ареал в условных площадках на карте (y):

x	15 25 35 45 55 65 75 85 95 150
y	208 196 215 279 312 371 574 347 526 579

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Вид СР	Трудоемкость (час.)
1.	Математические методы в биологии	Решение задач по теме «Выборка и ее статистическое описание»	Решение задач	6
		Решение задач по теме «Статистическая оценка генеральных параметров»	Решение задач	6
		Решение задач по теме «Оценка различий двух выборок»	Решение задач	6
		Решение задач по теме «Оценка влияния фактора»	Решение задач	7
		Решение задач по теме «Сравнение двух выборок с помощью непараметрических критериев»	Решение задач	7
		Решение задач по теме «Оценка зависимости между признаками»	Решение задач	7
		Итоговая работа	Решение задач	5
		Подготовка к зачету	Работа с лит-рой	5

7. Перечень вопросов на зачет

Задача 1

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Рассчитать число классов, середины классовых интервалов. Построить гистограмму распределения.

Число делящихся клеток в поле зрения:

53 48 56 59 59 58 53 42 52 43 52 53 50 36 42 52 43 52 52 49 59 59 57 42 52 43 50

Задача 2

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Рассчитать число классов, середины классовых интервалов. Построить гистограмму распределения.

Диаметр клетки (в мк):

14 19 28 18 22 23 20 21 27 17 24 21 20 21 23 19 23 22 21 22 24 20 24 20

Задача 3

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Рассчитать число классов, середины классовых интервалов. Построить гистограмму распределения.

Высота растений нивяника обыкновенного на вершине холма (в см):

34,0 35,5 26,0 29,5 30,0 19,5 33,0 32,5 32,0 18,0 46,0 37,5 23,5 29,0 26,5 37,5 33,0 47,0 39,0

Задача 4

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Сравнить выборки по сводным показателям (по критерию Стьюдента и критерию Фишера).

Частота пульса у детей с тяжелым отравлением при поступлении в больницу (а) и после вливания кровозаменителя (б):

а	48	120	100	62	60	46	74	65	48	52
б	115	130	100	120	108	65	110	125	102	96

Задача 5

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Сравнить выборки по сводным показателям (по критерию Стьюдента и критерию Фишера).

Скорость кровотока (в с), измеренная у детей разными методами:

а	9	5	6	12	8	7	5	9	11	8	11	5	6
б	11	4	11	9	13	8	4	12	14	9	10	7	9

Задача 6

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Сравнить выборки по сводным показателям (по критерию Стьюдента и критерию Фишера).

Количество язычковых цветков у одних и тех же растений нивяника на центральном (а) и боковом (б) соцветии:

а	19	21	33	24	25	31	20	27	34	23
б	17	22	27	21	21	33	19	20	33	21

Задача 7

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Сравнить выборки по сводным показателям (ранговый тест Уилкоксона-Манна-Уитни).

Скорость кровотока (в с), измеренная у детей разными методами:

а	9	5	6	12	8	7	5	9	11	8	11	5	6
б	11	4	11	9	13	8	4	12	14	9	10	7	9

Задача 8

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Сравнить выборки по сводным показателям (ранговый тест Уилкоксона-Манна-Уитни).

Количество язычковых цветков у одних и тех же растений нивяника на центральном (а) и боковом (б) соцветии:

а	19	21	33	24	25	31	20	27	34	23
б	17	22	27	21	21	33	19	20	33	21

Задача 9

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Сравнить выборки по сводным показателям (ранговый тест Уилкоксона-Манна-Уитни).

Частота пульса у детей 2-3 (а) и 3-5 (б) лет:

а	102	87	105	110	99	90	103	100	78	90	107	107	100
б	98	100	88	92	83	95	100	92	85	94	103	96	90

Задача 10

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Определить коэффициент корреляции между признаками.

Частота пульса в % от возрастной нормы (x) и скорость кровотока (y) у больных детей:

x	112	108	119	155	107	110	105	109	111	115	107	113
y	6	5	7	9	5	11	6	7	8	11	14	15

Задача 11

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Определить коэффициент корреляции между признаками.

Интенсивность миграции (x) и средняя жирность (y) зябликов на Куршской косе:

x	360	280	210	220	190	240	170	170	170	110
y	4875	4103	3038	1307	840	506	351	196	162	73

Задача 12

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности, определить точность опыта. Вычислить критерий исключения для максимальной варианты выборки. Определить коэффициент корреляции между признаками.

Высота растений в см (x) и количество стеблевых листьев (y) у нивяника обыкновенного:

x	48	48	40	44	45	66	60	54	69	33	45	43	44	48	37	50	38	43	50	42
y	18	13	11	12	14	18	20	21	22	12	16	13	13	18	14	14	12	14	16	15

Задача 13

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Вычислить коэффициент ранговой корреляции.

Вес тела в кг (x) и вес головного мозга в % от веса тела (y) у собак:

x	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5
y	1,2	0,85	0,45	0,33	0,28	0,25	0,25

Задача 14

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Вычислить коэффициент ранговой корреляции.

Вес тела в кг (x) и вес головного мозга в % от веса тела (y) у ладожского тюленя:

x	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5
y	1,65	1,30	0,95	0,75	0,62	0,53	0,46	0,38	0,38	0,38

Задача 15

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Вычислить коэффициент ранговой корреляции.

Вес тела в кг (x) и вес головного мозга в % от веса тела (y) у обыкновенного тюленя:

x	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5
y	4,10	2,24	1,12	0,85	0,68	0,55	0,55	0,50	0,43

Задача 16

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Определить коэффициенты корреляции между парами признаков. Определить коэффициент множественной корреляции.

Максимальная среднемесячная температура (x), сумма эффективных температур вегетационного периода (y) и процент растений со светлой каймой на листочках обертки соцветия в популяциях нивяника (z):

x	15,3	15,8	16,1	19,1	17,8	18,0	17,1	16,6	17,4	17,0	17,1	18,8
y	12,00	14,00	15,00	21,57	19,00	17,54	16,84	15,78	22,56	17,84	17,25	19,26
z	2,11	1,82	1,34	9,55	7,50	3,50	2,74	3,97	10,89	6,60	6,90	13,36

Задача 17

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Определить коэффициенты корреляции между парами признаков. Определить коэффициент множественной корреляции.

Длина пластинки листа в мм (x), число зубцов на всей пластинке (y) и на 1 см края (k):

x	56	55	66	58	55	54	53	55	64	62	53	52	50	70
y	63	52	56	46	55	33	41	63	55	62	58	43	52	58
k	19	12	13	10	13	9	9	14	12	11	14	11	14	12

Задача 18

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Определить коэффициенты корреляции между парами признаков. Определить коэффициент множественной корреляции.

Вес детей в г (x), возраст в мес. (y), максимальное артериальное давление (z):

x	9680	8760	8650	9250	7600	9850	11250	10200	10500	9300
y	10	10	9	9	7	11	13	14	11	8
z	120	115	105	108	110	105	108	100	110	105

Задача 19

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Определить достоверность и силу влияния фактора.

Скорость кровотока при отравлениях уксусной кислотой до (а) и после (б) вливания кровозаменителя:

a	30	17	22	32	24	36	32	42	22	25	17	24	14	11	28
б	13	6	11	11	11	12	13	10	14	13	6	14	10	9	12

Задача 20

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Определить достоверность и силу влияния фактора.

Количество сульфогидрильных групп сыворотки крови в молях на 100 мл в разные периоды заболевания:

a	41	31	38	39	38					
б	32	22	40	32	32	24	30	27	30	30
в	18	27	17	22	22	20				

Задача 21

Вычислить параметры выборки, ошибки репрезентативности. Определить достоверность и силу влияния фактора.

Частота пульса у детей 2-3 (а) и 3-5 (б) лет:

a	102	87	105	110	99	90	103	100	78	90	107	107	100
б	98	100	88	92	83	95	100	92	85	94	103	96	90

Задача 22

Составить уравнение регрессии, оценить достоверность взаимодействия, достоверность коэффициентов регрессии, силу влияния.

Процент белка в молоке матери (x) и число дней до удвоения веса (y) у детенышей различных млекопитающих:

	y	x
Кролик	6	14,5

Собака	8	7,1
Ягненок	10	6,5
Поросенок	18	5,0
Козленок	19	4,3
Теленок	47	3,5
Жеребенок	60	2,0
Человек	180	1,6

Задача 23

Составить уравнение регрессии, оценить достоверность взаимодействия, достоверность коэффициентов регрессии, силу влияния.

Ширина раковины (x) и число ребер на ней (y) у ископаемого моллюска:

x	18,4	19,0	19,0	20,0	21,8	21,8	33,2	22,4	23,0	25,8	24,0	25,0	29,0	29,3
y	25	20	24	23	24	24	22	28	29	26	28	29	33	32

Задача 24

Составить уравнение регрессии, оценить достоверность взаимодействия, достоверность коэффициентов регрессии, силу влияния.

Высота растений в см (x) и количество язычковых цветков в соцветии (y) у нивяника обыкновенного:

x	33	44	34	32	22	31	29	37	30	34	33	29	46	38
y	20	17	17	13	15	17	13	22	21	19	12	21	36	21

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1. Основная учебная литература:

- Баврин, И. И. Высшая математика для химиков, биологов и медиков : учебник и практикум для вузов / И. И. Баврин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07021-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450093>.
- Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 232 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09097-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453255>.
- Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453459>.
- Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451558>.
- Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451559>.

8.2. Дополнительная учебная литература:

- Андреев В. Л. Классификационные построения в экологии и систематике. – М.: Наука, 1980. – 151 с.
- Баврин И. И. Высшая математика. – М.: Академия, 2002. – 616 с.
- Бейли Н. Статистические методы в биологии. - М.: Иностранная литература, 1962. - 260 с.
- Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.
- Гайдышев И. Анализ и обработка данных. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
- Животовский Л.А. Популяционная биометрия. - М.: Наука, 1991. - 271 с.
- Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчётов: Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
- Залепухин В. В. Теоретические аспекты биоразнообразия : учеб. пособие. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2003. – 192 с.
- Ивантер Э. В., Введение в количественную биологию : учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2011. – 302 с.
- Ивантер, Э. В., Коросов, А. В. Элементарная биометрия : учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. — 104 с.
- Коросов А. В. Имитационное моделирование в среде MS Excel (на примерах из экологии). - Петрозаводск, 2002. - 212 с.
- Коросов А.В. Специальные методы биометрии. - Петрозаводск, 2007. - 364 с.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. - М.: Высш. шк., 1990. - 352 с.
- Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных : Учебное пособие / П.Ю. Малков. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. - 71 с.
- Математические методы и модели в экологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 280200 «Защита окружающей среды» / М. П. Федоров [и др.] Федерал. агентство по образованию, Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т ; под ред. М. П. Федорова. - СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2007. - 302 с.
- Плохинский Н. А. Биометрия. - М.: МГУ, 1970. – 367 с.
- Терентьев П.В. Практикум по биометрии : учеб. пособие / П. В.Терентьев, Н. С. Ростова. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. - 152 с.

8.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- [http: bibl.kamgpu.ru](http://bibl.kamgpu.ru) - Сайт библиотеки КамГУ.
- www.elibrary.ru - eLibrary – Научная электронная библиотека.
- <https://urait.ru/> - Образовательная платформа Юрайт.

8.4. Информационные технологии: участие в административном тестировании, работа в системе Moodle.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

Форма итоговой аттестации– зачет.

Максимальный набор (суммарный рейтинг) по дисциплине – 100 баллов.

Текущий и промежуточный контроль в семестре – максимум 60 баллов

Итоговый контроль – максимум 40 баллов.

Распределение баллов по формам и видам учебной деятельности

№	Вид деятельности	Форма отчётности	Количество баллов	Максимальное количество баллов
1.	Лекционное занятие (2 ч = 1 занятие). Всего 5 занятий	Посещение лекции, устные ответы на вопросы преподавателя и проверка конспекта лекции	1 балл	5 баллов
2.	Практическое занятие (2 ч = 1 занятие). Всего 6 занятий	Выступление по вопросам практических занятий	3 балла	18 баллов
5.	Самостоятельная работа	Формы отчётности в соответствии с планом самостоятельной работы	2 балла	12 баллов
6.	Выполнение итоговой контрольной работы	Итоговая контрольная работа	10 баллов	10 баллов
7.	Тестирование	Тест	15 баллов	15 баллов
	Итого:			60 баллов

Для допуска к промежуточной аттестации необходимо по результатам текущего контроля в семестре набрать не менее 55% максимального количества баллов. Преподаватель имеет право в качестве поощрения за выполнение индивидуального задания, успешную научно-исследовательскую работу в семестре добавить к текущему рейтингу до 10 баллов. Эти баллы не могут быть засчитаны в число минимально необходимых для допуска к промежуточной аттестации 33-х баллов, сумма баллов по текущему оцениванию не может превышать максимально возможную рейтинговую оценку.

Схема оценивания результатов итоговой аттестации

Число баллов	Определение оценки
25-40	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям; выставляется тому, кто имеет знания основного материала, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. («Зачтено»)
0-24	результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям; выставляется тому, кто не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. («Не зачтено»)

Схема перевода рейтинговой оценки

Итоговая	Традиционная	Определение оценки
----------	--------------	--------------------

рейтинговая оценка	оценка	
55-100	Зачтено	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности
0-54	Не зачтено	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

10. Материально-техническая база

Для реализации дисциплины оборудована учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, мультимедийной техникой (проектор и ноутбук), экраном, компьютерами для работы студентов. Для самостоятельной подготовки студентов оборудовано помещение с учебной мебелью, компьютерами и подключением к сети Интернет.