

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. проректора по учебной ра-
боте и качеству образования –
первый проректор



Хагуров Т.А.

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.17 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ

Специальность 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Специализация Микробиология и биотехнология

Форма обучения очная

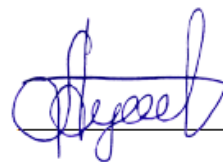
Квалификация специалист

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Математические методы в биологии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Программу составил:

А.А. Худокормов, зав кафедрой генетики,
микробиологии и биохимии,
канд. биол. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии

протокол № 7 «21» марта 2025 г.

Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета

протокол № 7 «28» марта 2025 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Решетников С.И., доцент кафедры зоологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Кузнецова А.П., зав. лабораторией питомниководства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель преподавания математических методов в биологии – ознакомление студентов с основами библиографии и математической статистики и реализацией ее методов при решении биологических задач.

1.2 Задачи дисциплины

– ознакомить студентов с современными методами математического моделирования и математической статистики, а также современными образовательными и информационными технологиями.;

– ознакомить студентов с новыми знаниями в области анализа биологических данных, используя современные информационные технологии;

– ознакомить студентов с использованием экспериментальных методов и теоретических моделей для оценки состояния живых объектов и выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях;

– ознакомить студентов с использованием математических методов оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов

– научить студентов адекватно оценивать достоверность и значимость полученных результатов, представлять их широкой аудитории и вести дискуссию;

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические методы в биологии» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Для изучения дисциплины «Математические методы в биологии» необходимы предшествующие дисциплины Математика, Физика, Анатомия и морфология растений, Систематика высших растений, Геоботаника, Зоология позвоночных, Зоология беспозвоночных, Микробиология. Материалы дисциплины используются студентами в научной работе для дисциплин Практика по профилю профессиональной деятельности, Технологическая (проектно-технологическая) практика, Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа, при подготовке выпускной квалификационной работы и крайне важны в осуществлении практической деятельности специалиста биолога.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (ОПК-7).

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	
ИОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности навыки проведения лабораторных исследований, современные методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики, а также современные образовательные и информационные технологии.	Знает принципы анализа информации. Цели и задачи статистических методов.
	Умеет обрабатывать результаты биологических экспериментов, работать в статистических программах, справочных системах и профессиональных базах данных; давать краткие, чёткие и исчерпывающие ответы на все предложенные преподавателем вопросы.
	Владеет количественными и качественными методами биологических исследований, современными образовательными и информационными технологиями.
ИОПК 3.3. Приобретает новые знания в области биологии, точных и смежных наук, ис-	Знает современные информационные технологии, позволяющие решать задачи саморазвития, профессиональной деятельности, делового общения и анализа результатов биологических экспериментов.

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
пользуя современные образовательные и информационные технологии	Умеет реализовывать современные информационные технологии для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения.
	Владеет методикой применения математических методов в биологии.
ОПК-4. Способен обосновывать критерии биологической и экологической безопасности, разрабатывать биологические и математические модели и методы для выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях	
ИОПК-4.4 Применяет экспериментальные методы и теоретические модели для оценки состояния живых объектов и выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях.	Знает экспериментальные методы и теоретические модели оценки состояния живых объектов
	Умеет прогнозировать состояние живых объектов и выявлять риски использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств в том числе с применением математических методов
	Владеет навыками математического моделирования для оценки состояния живых объектов
ОПК-6 Способен анализировать и интерпретировать результаты своей профессиональной деятельности, предлагать пути их развития и внедрения, представлять в письменной и устной форме для различных контингентов слушателей согласно нормам, принятым в профессиональном сообществе	
ИОПК 6.1 - Использует математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценивает достоверность и значимость полученных результатов, представляет их широкой аудитории и ведет дискуссию	Знает математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов
	Умеет оценивать достоверность и значимость полученных результатов
	Владеет навыками представления полученных результатов, представления их широкой аудитории и ведения дискуссии

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утверждённым учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач. ед. (252 часа), их распределение по семестрам и видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения	
		очная	
		7 семестр (часы)	8 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):	112,5	60,2	52,3
занятия лекционного типа		16	—
лабораторные занятия		36	52
практические занятия	—	—	
семинарские занятия	—	—	
Иная контактная работа:	—	—	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:			
Реферат (подготовка)	—	—	—

Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		45	35	10
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		15	15	-
Подготовка к текущему контролю		43,8	33,8	10
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	–	35,7,
Общая трудоём- кость	час.	252	144	108
	в том числе контактная работа	112,5	60,2	52,3
	зач. ед.	7	4	3

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (4 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основные понятия биометрии	4	2			2
2	Основы ИКТ в биологии	2	2			2
3	Классификация и группировка наблюдений. Основные статистические показатели выборки.	26	2		8	16
4	Теоретические ряды распределения.	28	2		8	18
5	Оценка достоверности различий (на примере сравнения выборочных средних)	24	2		8	14
6	Дисперсионный анализ	20	2		12	6
7	Оценка связей между признаками. Корреляция	18	2		-	16
8	Оценка связей между признаками. Регрессия	11,8	2		-	9,8
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	135,8	16		36	83,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	–	–	–	–
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	–	–	–	–
	Общая трудоёмкость по дисциплине	144	–	–	–	–

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (3 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Построение вариационных рядов в программах Excel и Statistica	20	–	–	16	4
2	Оценка достоверности в программах Excel и Statistica	20			16	4
3	Дисперсионный анализ в программах Excel и Statistica	12	–	–	8	4
4	Корреляция в программах Excel и Statistica	10	–	–	6	4
5	Регрессия в программах Excel и Statistica	10	–	–	6	4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	72	–	–	52	20
	Контроль	35,7	–	–	–	–
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	–	–	–	–
	Общая трудоёмкость по дисциплине	108	–	–	–	–

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

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Основные понятия биометрии	Генеральная совокупность и выборка. Принципы и способы формирования выборки. Признаки и их классификация по характеру варьирования.	У
2.	Основы библиографических исследований в биологии	Библиографические исследования: постановка проблемы, базовые понятия. Области применения библиографических исследований. Современные возможности библиографии и развитие библиографических исследований	У
3.	Классификация и группировка наблюдений. Основные статистические показатели выборки.	Группировка наблюдений путем построения вариационного ряда. Абсолютные и относительные частоты. Графические иллюстрации вариационного ряда. Полигон и гистограмма частот. Показатели центральной тенденции: средняя арифметическая, структурные средние. Показатели изменчивости: вариационный размах, дисперсия, коэффициент вариации. Показатели формы распределения.	У
4.	Теоретические ряды распределения.	Закон нормального распределения. Правило трех сигм. Понятие о доверительных вероятностях и уровнях значимости.	У
5.	Оценка достоверности различий (на примере сравнения выборочных средних)	Стандартная ошибка средней арифметической. Понятие о нулевой гипотезе, проверка ее вероятности. Критерий Стьюдента. Понятие о независимых и зависимых выборках. Сравнение показателей, выраженных в долях. Фи-преобразование Фишера.	У
6.	Дисперсионный анализ	Задачи, решаемые в рамках дисперсионного анализа. Формулировка нулевой гипотезы. Классификация моделей дисперсионного анализа исходя из числа и способа организации факторов. Алгоритмы дисперсионных анализов.	У
7.	Оценка связей между признаками. Корреляция	Функциональные и статистические связи. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона. Ограничения на использование рангового коэффициента корреляции Спирмена. Понятие о корреляционной структуре признаков. Корреляционные плеяды. Регрессионный анализ. Уравнение линейной регрессии.	УР
8.	Оценка связей между признаками. Регрессия	Регрессионный анализ. Уравнение линейной регрессии. Нелинейная регрессия. Уравнение множественной регрессии.	У

Примечание: Р – написание реферата, У – устный опрос.

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Генеральная совокупность и выборка.	Отчет по ЛР
2	Принципы и способы формирования выборки.	Отчет по ЛР
3	Признаки и их классификация по характеру варьирования	Отчет по ЛР
4	Построение вариационного ряда	Отчет по ЛР
5	Построение полигона частот.	Отчет по ЛР
6	Построение гистограммы частот.	Отчет по ЛР
7	Средняя арифметическая, структурные средние.	Отчет по ЛР
8	Показатели центральной тенденции: структурные средние.	Отчет по ЛР
9	Показатели изменчивости: вариационный размах	Отчет по ЛР
10	Показатели изменчивости: дисперсия, коэффициент вариации.	Отчет по ЛР
11	Показатели формы распределения.	Отчет по ЛР
12	Закон нормального распределения.	Отчет по ЛР
13	Правило трех сигм.	Отчет по ЛР
14	Понятие о доверительных вероятностях	Отчет по ЛР
15	Понятие об уровнях значимости.	Отчет по ЛР
16	Оценка генеральных параметров по выборочным.	Отчет по ЛР

17	Точечные и интервальные оценки.	Отчет по ЛР
18	Стандартная ошибка средней арифметической.	Отчет по ЛР
19	Понятие о нулевой гипотезе, проверка ее вероятности.	Отчет по ЛР
20	Критерий Стьюдента.	Отчет по ЛР
21	Понятие о независимых и зависимых выборках.	Отчет по ЛР
22	Сравнение показателей, выраженных в долях. Преобразование Фишера	Отчет по ЛР
23	Оценка достоверности различий средних арифметических.	Отчет по ЛР
24	Принцип разложения дисперсий. Формулировка нулевой гипотезы.	Отчет по ЛР
25	Классификация моделей дисперсионного анализа исходя из числа и способа организации факторов.	Отчет по ЛР
26	Алгоритмы дисперсионных анализов. Однофакторный дисперсионный анализ.	Отчет по ЛР
27	Модель разложения дисперсии. Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа.	Отчет по ЛР
28	Множественное сравнение средних в дисперсионном анализе.	Отчет по ЛР
29	Классификация моделей дисперсионного анализа: по числу факторов; по числу повторностей; по способу организации факторов.	Отчет по ЛР
30	Двухфакторный дисперсионный анализ.	Отчет по ЛР
31	Алгоритм двухфакторного анализа.	Отчет по ЛР
32	Корреляционный анализ.	Отчет по ЛР
33	Коэффициент корреляции Пирсона.	Отчет по ЛР
34	Ранговый коэффициент корреляции Спирмена.	Отчет по ЛР
35	Регрессионный анализ.	Отчет по ЛР
36	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
37	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
38	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
39	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
40	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
41	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
42	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
43	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР
44	Анализ экспериментальных данных	Отчет по ЛР

ЛР – выполнение Лабораторной работы

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.2 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г
2	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г

3	Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников, учебных пособий, подготовка к занятиям семинарского типа и т.д.)	1. Математические методы в биологии / сост. И.В. Иванов. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 196 с.; То же [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232506 2. Калаева Е. А., Артюхов В. Г., Калаев В. Н. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании: учебник [Электронный ресурс] / Воронеж: Издательский дом ВГУ, . -284с. - 978-5-9273-2241-1 URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441590 3. Халафян, Алексан Альбертович (КубГУ). Статистический анализ данных. STATISTICA 6: учебное пособие для студентов вузов / А. А. Халафян. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - М. : [Бином-Пресс], 2009. - 522 с.
---	---	--

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путём активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Математические методы в биологии».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса, тестовых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачёту и экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности навыки проведения лабораторных исследований, современные методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики, а также современные образовательные и информационные технологии	Знает принципы анализа информации. Цели и задачи статистических методов. Умеет обрабатывать результаты биологических экспериментов, работать в статистических программах, справочных системах и профессиональных базах данных; давать краткие, чёткие и исчерпывающие ответы на все предложенные преподавателем вопросы. Владеет количественными и качественными методами биологических исследований, современными образовательными и информационными технологиями.	Опрос, ЛР	Вопрос на зачёте 1-10
2	ИОПК 3.3. Приобретает новые знания в области биологии, точных и смежных наук, используя современные образовательные и информационные технологии	Знает современные информационные технологии, позволяющие решать задачи саморазвития, профессиональной деятельности, делового общения и анализа результатов биологических экспериментов. Умеет реализовывать современные информационные технологии для саморазвития, профессиональной деятельности и делового общения. Владеет методикой применения математических методов в биологии.	Опрос, ЛР	Вопрос на зачёте 11-21
3	ИОПК-4.4 Применяет экспериментальные методы и теоретические модели для оценки состояния живых объектов и выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях.	Знает экспериментальные методы и теоретические модели оценки состояния живых объектов Умеет прогнозировать состояние живых объектов и выявлять риски использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств в том числе с применением математических методов Владеет навыками математического моделирования для оценки состояния живых объектов	Опрос, ЛР	Вопрос на экзамене 1-29
4	ИОПК 6.1 - Использует математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценивает достоверность и значимость полученных результатов, представляет их широкой аудитории и ведет дискуссию	Знает математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов Умеет оценивать достоверность и значимость полученных результатов Владеет навыками представления полученных результатов, представления их широкой аудитории и ведения дискуссии	Опрос, ЛР	Вопрос на экзамене 30-55

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

Вопросы для контроля знаний студентов

Тема 1, 2, 3: Основные понятия биометрии. Основы библиографических исследований в биологии Классификация и группировка наблюдений. Основные статистические показатели выборки.

Вопросы для подготовки:

1. Что такое признак. На какие категории делятся признаки по характеру варьирования? Приведите примеры.
2. Что такое библиографическое исследование
3. Методы библиографических исследований
4. Понятие и принцип составления библиографических списков
5. Какой из двух типов вариационных рядов (безинтервальный или интервальный) следует построить для следующих признаков: а) длина створки раковины черноморской мидии; б) число щенков в пометах собак; в) урожайность пшеницы; г) видовой состав ихтиофауны водоема?
6. Какой из статистических показателей можно использовать для сравнения изменчивости признаков, выраженных разными единицами измерения? Приведите его формулу.
7. Что такое генеральная совокупность и выборка? Какие правила должны соблюдаться при формировании выборки?
8. Имеется следующий ряд значений признака:
3 2 3 4 4 2 5 3 6 4 5 4 4. Постройте безинтервальный вариационный ряд, полигон частот и определите относительную частоту наиболее часто встречающегося значения.
9. Перечислите и охарактеризуйте показатели изменчивости.
10. К каким типам можно отнести следующие признаки: а) число листьев на растениях табака; б) вес плодов томата; в) наличие или отсутствие опушения у сортов персика; г) отличный, хороший и удовлетворительный вкус плодов?
11. Что такое вариационный ряд? Назовите известные его графические иллюстрации.
12. Для выборки сорта винограда Бианка получены статистики, характеризующие длину листа: $\bar{x}=46,2$; $\sigma=16,3$. Рассчитайте коэффициент вариации признака.

Тема 4, 5: Теоретические ряды распределения. Оценка достоверности различий.

Вопросы для подготовки:

1. Как формулируется ноль-гипотеза при сравнении выборочных средних арифметических? Что является основанием для ее отклонения?
2. Эмпирическое значение критерия Стьюдента равно 5,30. Соответствующее стандартное значение равно 2,45. Какой следует сделать вывод о вероятности ноль-гипотезы.
3. Какие статистические показатели необходимо знать для вычисления стандартной ошибки средней арифметической?
4. Известно, что объемы двух выборок равны 25 и 40 объектов. Чему будет равно число степеней свободы при сравнении средних арифметических этих выборок?
5. Какое преобразование следует выполнить при сравнении выборочных показателей, выраженных в процентах? С чем связана необходимость выполнения данного преобразования?
6. Что такое ошибка репрезентативности?
7. Что такое уровень значимости? Какие существуют уровни значимости?

8. Сформулируйте ноль-гипотезу и альтернативную гипотезу при сравнении двух выборочных средних арифметических.
9. Какой статистический показатель позволяет оценить величину отклонения выборочной средней арифметической от средней генеральной?

Тема 6: Дисперсионный анализ.

Вопросы для подготовки:

1. Какие задачи решает дисперсионный анализ?
2. Сформулируйте ноль-гипотезу дисперсионного анализа.
3. На какие виды раскладывается общая изменчивость в однофакторном дисперсионном комплексе?
4. Приведите классификацию моделей дисперсионного анализа.
5. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F_0	F_{st}	σ^2	Доля, %
Факторная	3	6,82				
Остаточная	166	0,18				

6. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F_0	F_{st}	σ^2	Доля, %
Факторная	4	124,5				
Остаточная	47	60,1				

7. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F_0	F_{st}	σ^2	Доля
Факторная	5	234,6				
Остаточная	22	158,9				

8. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F_0	F_{st}	σ^2	Доля
Факторная	4	298,8				
Остаточная	80	120,0				

9. На какие компоненты раскладывается общая изменчивость в двухфакторном иерархическом дисперсионном анализе?
10. Какой дисперсионный комплекс называется перекрестным? Приведите пример.
11. Какой дисперсионный комплекс называется иерархическим? Приведите пример.
12. Что такое множественное сравнение средних в дисперсионном анализе?
13. Перечислите основные этапы алгоритма дисперсионного анализа.

Тема 7,8: Оценка связей между признаками. Корреляция. Оценка связей между признаками. Регрессия.

Вопросы для подготовки:

1. Оценка связи между признаками при помощи графических методов.
2. Коэффициент корреляции Пирсона и его свойства.
3. Коэффициент корреляции Спирмена.
4. Что такое корреляционные плеяды признаков?
5. Метод цилиндров как способ выделения корреляционных плеяд.
6. Что такое метод наименьших квадратов?
7. Приведите формулу уравнения линейной регрессии.

Вопросы для самоконтроля знаний

Тест № 1

Вариант 1

1. Что такое признак. На какие категории делятся признаки по характеру варьирования? Приведите примеры.
2. Какой из двух типов вариационных рядов (безинтервальный или интервальный) следует построить для следующих признаков: а) длина створки раковины черноморской мидии; б) число щенков в пометах собак; в) урожайность пшеницы; г) видовой состав ихтиофауны водоема?
3. Какой из статистических показателей можно использовать для сравнения изменчивости признаков, выраженных разными единицами измерения? Приведите его формулу.
4. Как формулируется ноль-гипотеза при сравнении выборочных средних арифметических? Что является основанием для ее отклонения?

Вариант 2

1. Что такое генеральная совокупность и выборка? Какие правила должны соблюдаться при формировании выборки?
2. Имеется следующий ряд значений признака:
3 2 3 4 4 2 5 3 6 4 5 4 4. Постройте безинтервальный вариационный ряд, полигон частот и определите относительную частоту наиболее часто встречающегося значения.
3. Перечислите и охарактеризуйте показатели изменчивости.
4. Эмпирическое значение критерия Стьюдента равно 5,30. Соответствующее стандартное значение равно 2,45. Какой следует сделать вывод о вероятности ноль-гипотезы.

Вариант 3

1. К каким типам можно отнести следующие признаки: а) число листьев на растениях табака; б) вес плодов томата; в) наличие или отсутствие опушения у сортов персика; г) отличный, хороший и удовлетворительный вкус плодов?
2. Что такое вариационный ряд? Назовите известные его графические иллюстрации.
3. Для выборки сорта винограда Бианка получены статистики, характеризующие длину листа: $\bar{x}=46,2$; $\sigma=16,3$. Рассчитайте коэффициент вариации признака.
4. Какие статистические показатели необходимо знать для вычисления стандартной ошибки средней арифметической?

Вариант 4

1. Исследуется выборка плотвы. Какими качественными и количественными признаками можно ее охарактеризовать? Приведите не менее пяти примеров.
2. В чем разница между гистограммой и полигоном частот?
3. В чем заключаются особенности учета изменчивости признаков статистическим показателем «дисперсия» по сравнению с размахом варьирования?
4. Известно, что объемы двух выборок равны 25 и 40 объектов. Чему будет равно число степеней свободы при сравнении средних арифметических этих выборок?

Вариант 5

1. Что такое признак. На какие категории делятся признаки по характеру варьирования? Приведите примеры.
2. Имеется следующий ряд значений признака:
3 2 3 4 4 2 5 3 6 4 5 4 4. Постройте безинтервальный вариационный ряд, полигон частот и определите относительную частоту наиболее часто встречающегося значения.
3. Для выборки сорта винограда Бианка получены следующие статистики, характеризующие длину листа: $\bar{x}=46,2$; $\sigma=16,3$. Рассчитайте коэффициент вариации признака.
4. Какое преобразование следует выполнить при сравнении выборочных показателей, выраженных в процентах? С чем связана необходимость выполнения данного преобразования?

Вариант 6

1. Что такое генеральная совокупность и выборка? Какие правила должны соблюдаться при формировании выборки?
2. В чем разница между гистограммой и полигоном частот?
3. Перечислите и охарактеризуйте показатели изменчивости.
4. Что такое ошибка репрезентативности?

Вариант 7

1. Что является предметом биометрии. Приведите примеры.
2. Какой тип вариационного ряда (интервальный или безинтервальный) должен быть построен для качественных признаков?
3. Перечислите и охарактеризуйте показатели центральной тенденции.
4. Что такое уровень значимости? Какие существуют уровни значимости?

Вариант 8

1. Что такое генеральная совокупность и выборка? Какие правила должны соблюдаться при формировании выборки?
2. Как определить ширину классового интервала при построении интервального вариационного ряда?
3. Имеется ряд значений: 3 4 4 5 3 2 5 6 . Вычислите его дисперсию.
4. Сформулируйте ноль-гипотезу и альтернативную гипотезу при сравнении двух выборочных средних арифметических.

Вариант 9

1. Что такое признак. На какие категории делятся признаки по характеру варьирования? Приведите примеры.
2. Имеется следующий ряд значений признака:
3 2 3 4 4 2 5 3 6 4 5 4 4. Постройте безинтервальный вариационный ряд, полигон частот и определите относительную частоту наиболее часто встречающегося значения.
3. Перечислите и охарактеризуйте показатели изменчивости.
4. Какой статистический показатель позволяет оценить величину отклонения выборочной средней арифметической от средней генеральной?

Вариант 10

1. Приведите примеры качественных альтернативных признаков.
2. Каждый объект выборки был описан по двум признакам: длине тела и массе тела. Какой статистический показатель позволяет сравнить изменчивость признаков?
3. Известно, что в выборке, численностью 50 особей частота объектов со значением признака, равным 23,5 составляет 18 особей. Рассчитайте относительную частоту.
4. Что такое ошибка репрезентативности?

Вариант 11

5. Исследуется выборка растений томатов. Какими качественными и количественными признаками можно ее охарактеризовать? Приведите не менее пяти примеров.
6. В чем разница между гистограммой и полигоном частот?
7. В чем заключаются особенности учета изменчивости признаков статистическим показателем «дисперсия» по сравнению с размахом варьирования?
8. Известно, что объемы двух выборок равны 25 и 40 объектов. Чему будет равно число степеней свободы при сравнении средних арифметических этих выборок?

Вариант 12

1. Приведите примеры количественных дискретных признаков.
2. Известно, что объемы двух выборок равны 30 и 8 объектов. Чему будет равно число степеней свободы при сравнении средних арифметических этих выборок?
3. Имеется ряд значений: 3,5 2,8 3,3 4,0 2,5 3,9. Вычислите его дисперсию.

4. Как определить ширину классового интервала при построении интервального вариационного ряда?

Вариант 13

1. Что такое признак. На какие категории делятся признаки по характеру варьирования? Приведите примеры.
2. Имеется следующий ряд значений признака:
3. 3 2 3 4 4 2 5 3 6 4 5 4 4. Постройте безинтервальный вариационный ряд, полигон частот и определите относительную частоту наиболее часто встречающегося значения.
4. Перечислите и охарактеризуйте показатели изменчивости.
5. Какой статистический показатель позволяет оценить величину отклонения выборочной средней арифметической от средней генеральной?

Вариант 14

5. Что является предметом биометрии. Приведите примеры.
6. Какой тип вариационного ряда (интервальный или безинтервальный) должен быть построен для качественных признаков?
7. Перечислите и охарактеризуйте показатели центральной тенденции.
8. Что такое уровень значимости? Какие существуют уровни значимости?

Тест № 2

Вариант 1

1. Что понимается под формулировкой «Оценка достоверности различий выборочных средних»?
2. Каковы преимущества дисперсии над вариационным размахом при оценке изменчивости признаков?
3. Какой статистический показатель позволяет оценить связь между признаками? Его свойства.
4. Какие задачи решает дисперсионный анализ?

Вариант 2

1. Как формулируется нулевая гипотеза при оценке достоверности различий выборочных средних? Каково условие ее отклонения?
2. Какие статистические показатели оценивают форму распределения?
3. Приведите классификацию моделей дисперсионного анализа.
4. Сформулируйте метод наименьших квадратов в регрессионном анализе.

Вариант 3

1. По результатам построения вариационного ряда установлено, что один из классов распределения обладает наибольшей частотой. Как называется значение признака в данном классе?
2. Как оценить достоверность коэффициента корреляции?
3. Перечислите основные этапы алгоритма дисперсионного анализа.
4. Каково ограничение на использование коэффициента корреляции Пирсона?

Вариант 4

1. Сформулируйте правило «трех сигм» для нормального распределения.
2. В результате оценки связи между признаками значение эмпирического коэффициента корреляции оказалось равным $-0,30$. Стандартное значение равно $0,25$. Какой вывод можно сделать по результатам данного исследования?
3. Какие задачи решает дисперсионный анализ?

4. Какой статистический показатель оценивает меру близости выборочной средней и средней генеральной?

Вариант 5

1. Что такое «уровень значимости»? Какие уровни значимости приняты в статистических исследованиях?

2. Почему коэффициент корреляции Спирмена называется непараметрическим?

3. Сформулируйте ноль-гипотезу дисперсионного анализа.

4. Приведите формулу для вычисления дисперсии.

Вариант 6

1. Какой тип вариационного ряда необходимо выбрать для описания распределения качественного признака?

2. Каковы преимущества дисперсии над вариационным размахом при оценке изменчивости признаков?

3. Что такое «дисперсионный комплекс»?

4. В результате оценки связи между признаками значение эмпирического коэффициента корреляции оказалось равным 0,35. Соответствующее стандартное значение равно 0,48. Какой вывод можно сделать по результатам данного исследования?

Вариант 7

1. Как проверить вероятность нулевой гипотезы при оценке достоверности различий выборочных средних?

2. Как называется значение признака, находящееся в центре ранжированного ряда наблюдений?

3. Перечислите основные этапы алгоритма дисперсионного анализа.

4. Перечислите непараметрические критерии достоверности.

Вариант 8

1. Чем отличаются перекрестный и иерархический дисперсионные комплексы?

2. Какой статистический показатель позволяет оценить связь между признаками? Его свойства.

3. Что такое «корреляционные плеяды признаков»?

4. Какие статистические показатели оценивают форму распределения?

Вариант 9

1. Сформулируйте правило «трех сигм» для нормального распределения.

2. Каковы преимущества дисперсии над вариационным размахом при оценке изменчивости признаков?

3. Ответ на какой вопрос можно получить после проведения процедуры оценки достоверности различий выборочных средних?

4. Приведите формулу для вычисления дисперсии.

Вариант 10

1. Что такое «уровень значимости»? Какие уровни значимости приняты в статистических исследованиях?

2. Какие задачи решает дисперсионный анализ?

3. Объем одной выборки составляет 28 наблюдений, второй – 22 наблюдения. Чему будет равно число степеней свободы для определения стандартного значения критерия Стьюдента?

4. Какой статистический показатель оценивает меру близости выборочной средней и средней генеральной?

Вариант 11

1. Какое свойство выборки оценивает дисперсия?

2. В результате оценки связи между признаками значение эмпирического коэффициента корреляции оказалось равным 0,87. Стандартное значение равно 0,45. Какой вывод можно сделать по результатам данного исследования?
3. Сформулируйте ноль-гипотезу дисперсионного анализа.
4. Как оценить достоверность коэффициента корреляции?

Вариант 12

1. Перечислите основные этапы алгоритма дисперсионного анализа.
2. Как проверить вероятность нулевой гипотезы при оценке достоверности различий выборочных средних?
3. По результатам построения вариационного ряда установлено, что один из классов распределения обладает наибольшей частотой. Как называется значение признака в данном классе?
4. Какие задачи решает дисперсионный анализ?

Тест №3

Вариант 1

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _о	F _{ст}	σ ²	Доля
Факторная	3	6,82				
Остаточная	166	0,18				

2. Сформулируйте ноль-гипотезу дисперсионного анализа

Вариант 2

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _о	F _{ст}	σ ²	Доля
Факторная	4	124,5				
Остаточная	47	60,1				

2. На какие компоненты раскладывается общая изменчивость в двухфакторном иерархическом дисперсионном анализе?

Вариант 3

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _о	F _{ст}	σ ²	Доля
Факторная	5	234,6				
Остаточная	22	158,9				

2. Какой модели дисперсионного анализа соответствует следующее разложение дисперсии:

$$\sigma_o^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_{AB}^2 + \sigma_e^2$$

Вариант 4

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _о	F _{ст}	σ ²	Доля
Факторная	4	298,8				
Остаточная	80	120,0				

2. Приведите классификацию моделей дисперсионного анализа.

Вариант 5

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _о	F _{ст}	σ ²	Доля
Факторная	4	565,0				

Остаточная	96	72,3				
------------	----	------	--	--	--	--

2. Какие задачи позволяет решать дисперсионный анализ?

Вариант 6

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _α	F _{st}	σ ²	Доля
Факторная	4	154,3				
Остаточная	122	60,1				

2. Какой дисперсионный комплекс называется перекрестным? Приведите пример.

Вариант 7

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _α	F _{st}	σ ²	Доля
Факторная	3	155,7				
Остаточная	140	19,1				

2. Какой дисперсионный комплекс называется иерархическим? Приведите пример.

Вариант 8

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _α	F _{st}	σ ²	Доля
Факторная	9	180,0				
Остаточная	23	77,2				

2. Какой вид изменчивости в дисперсионном анализе оценивает данное выражение:

$$\sum x_{ijk}^2 - \frac{(\sum x_{ijk})^2}{N}$$

Вариант 9

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _α	F _{st}	σ ²	Доля
Факторная	3	682				
Остаточная	166	18				

2. Что такое множественное сравнение средних?

Вариант 10

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _α	F _{st}	σ ²	Доля
Факторная	43	578				
Остаточная	167	20				

2. Сформулируйте ноль-гипотезу дисперсионного анализа

Вариант 11

1. Завершите вычисления в таблице дисперсионного анализа:

Изменчивость	df	mS	F _α	F _{st}	σ ²	Доля
Факторная	19	4,52				
Остаточная	46	0,28				

2. Назовите условие для отклонения Н₀ в дисперсионном анализе

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачёту

1. Биометрия как наука.
2. Возникновение и развитие биометрии за рубежом
3. Развитие биометрии в России
4. Математические и статистические методы в советское время.

5. Теория вероятности, возникновение и использование в науке.
6. Использование теории вероятности в науке
7. Понятие о генеральной совокупности
8. Понятие о выборке.
9. Правила формирования выборки.
10. Признаки, их классификация по характеру варьирования.
11. Группировка наблюдений методом вариационного ряда.
12. Безинтервальные вариационные ряды.
13. Интервальные вариационные ряды.
14. Основные методы учета и хранения количественных данных
15. Методы обработки и регистрации результатов исследований.
16. Графические иллюстрации вариационного ряда.
17. Гистограмма частот.
18. Полигон частот.
19. Показатели, характеризующие центральную тенденцию ряда распределения.
20. Показатели изменчивости.
21. Показатели, характеризующие форму распределения.

***Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
ИОПК-3.2, ИПК-3.3***

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Биометрия как наука.
2. Возникновение и развитие биометрии за рубежом
3. Развитие биометрии в России
4. Математические и статистические методы в советское время.
5. Теория вероятности, возникновение и использование в науке.
6. Использование теории вероятности в науке
7. Понятие о генеральной совокупности
8. Понятие о выборке.
9. Правила формирования выборки.
10. Признаки, их классификация по характеру варьирования.
11. Группировка наблюдений методом вариационного ряда.
12. Безинтервальные вариационные ряды.
13. Интервальные вариационные ряды.
14. Основные методы учета и хранения количественных данных
15. Методы обработки и регистрации результатов исследований.
16. Графические иллюстрации вариационного ряда.
17. Гистограмма частот.
18. Полигон частот.
19. Показатели, характеризующие центральную тенденцию ряда распределения.
20. Показатели изменчивости.
21. Показатели, характеризующие форму распределения.
22. Оценка генеральных параметров по выборочным.
23. Стандартные ошибки выборочных показателей (на примере ошибки средней арифметической).
24. Закон нормального распределения.
25. Правило трех сигм.
26. Точечные и интервальные оценки.
27. Оценка достоверности различий средних арифметических. Критерий достоверности.
28. Формулировка ноль-гипотезы и условия ее отклонения.
29. Сравнение показателей, выраженных в долях.
30. Дисперсионный анализ. Задачи, решаемые в рамках данного метода. Принцип разложения дисперсий.

31. Однофакторный дисперсионный анализ. Модель разложения дисперсии. Формулировка ноль-гипотезы.
32. Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа.
33. Множественное сравнение средних в дисперсионном анализе.
34. Классификация моделей дисперсионного анализа: по числу факторов; по числу повторностей; по способу организации факторов.
35. Двухфакторный дисперсионный анализ. Перекрестный и иерархический комплексы.
36. Алгоритм двухфакторного перекрестного анализа.
37. Алгоритм двухфакторного иерархического анализа.
38. Функциональные и статистические связи. Корреляционный анализ.
39. Коэффициент корреляции Пирсона.
40. Ограничения на использование коэффициента корреляции Пирсона
41. Понятие о корреляционной структуре признаков.
42. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена.
43. Корреляционные плеяды.
44. Критерий Хи-квадрат
45. Регрессионный анализ.
46. Уравнение линейной регрессии.
47. Нелинейная регрессия.
48. Уравнение множественной регрессии.
49. Моделирование в биологии
50. Моделирование микробных популяций
51. Модели взаимодействия видов
52. Молекулярное моделирование
53. Основы теории эксперимента. Понятия
54. Основы теории эксперимента. Методы
55. Полный факторный эксперимент

***Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
ИОПК-4.4, ИПК-6.1***

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания устного ответа

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания реферата:

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять практические задания умеет свободно логически, аргументированно, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;
 - оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения;
 - оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы, допускает неточности в формулировках;
 - оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки
- 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;
 - 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.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент показал при ответе достаточное знание материала, понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент показал при ответе недостаточное знание материала, допускает при ответе грубые фактические ошибки.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний студентов.

При выставлении оценки экзаменатор учитывает:

- знание фактического материала по программе, в том числе; знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки;
- степень активности студента на семинарских занятиях;
- логику, структуру, стиль ответа; культуру речи, манеру общения;
- готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике.

Оценка «отлично».

Оценка «отлично» ставится студенту, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса;
- знание монографической литературы по курсу, а также свидетельствует о способности:
- самостоятельно критически оценивать основные положения курса;
- увязывать теорию с практикой.

Оценка «отлично» не ставится в случаях отсутствия активного участия студента в учебной работе на занятиях, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо».

Оценка «хорошо» ставится студенту, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе;
- о знании рекомендованной литературы,
- а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «хорошо» не ставится в случае отсутствия у студента понимания излагаемого ответа.

Оценка «удовлетворительно».

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;
- стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.

Оценка «неудовлетворительно».

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература:

1. Математические методы в биологии / сост. И.В. Иванов. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 196 с. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232506>
2. Калаева Е. А., Артюхов В. Г., Калаев В. Н. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании: учебник [Электронный ресурс] / Воронеж: Издательский дом ВГУ, -284с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441590>
3. Халафян, Алексан Альбертович (КубГУ). Статистический анализ данных. STATISTICA 6 [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Халафян. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - М: [Бином-Пресс], 2009. - 522 с.
4. Сидняев, Николай Иванович. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст]: учебное пособие для студентов и аспирантов вузов / Н. И. Сидняев. - М.: Юрайт: [ИД Юрайт], 2011. - 399 с.:
5. Князева Е.В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. Краснодар: КубГУ, 2017. 131 с.
6. Лебедев, Е.Я. Биометрия в MS Excel [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.Я. Лебедев, А.М. Хохлов, Д.И. Барановский, О.М. Гетманец. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 172 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102226>.
7. 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. Иванова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539067>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Периодическая литература

Название издания	Периодичность выхода (в год)	Место хранения	За какие годы хранится
Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ	12	РЖ	1970-2020 №1-2
Биоорганическая химия	6	ЧЗ	1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полуг.)
Биофизика	6	ЧЗ	1959, 1961-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010-2018 (1 полуг.)
Биохимия	12	ЧЗ	1944-45, 1947 – 2018 (1полуг.)
Вестник экологического образования в России		ЧЗ	1999 № 3, 2000-2006, 2007 № 1, 3-4, 2008-2010, 2011 № 1-3, 2012, 2013 № 3, 2014- 2016, 2017 №1
Генетика	12	ЧЗ	1965- 2016, 2017 № 1-6
Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии	6	ЧЗ	2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-
Журнал общей биологии	6	ЧЗ	2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полуг.)
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе		ЧЗ	2008 №7-12, 2009- 2012, 2013 № 7-12, 2014-2015 , 2017 № 1-3
Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки	4	ЧЗ	2010- 2012, 2013№ 1-2, 4-6, 2014-

Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая	6	ЧЗ	2009-2018 (1 полуг.)
Использование и охрана природных ресурсов в России	12	ЧЗ	2008-2017 № 1-2
Микробиология	6	ЧЗ	2009-2018 №1-3
Молекулярная биология	6	ЧЗ	2008- 2016, 2017 № 1-3
Прикладная биохимия и микробиология	6	ЧЗ	2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015- 2016, 2017 № 1-3
Успехи современной биологии	6	ЧЗ	2008-2017
Экология	6	ЧЗ	2009-2018(1 полуг.)
Экология и жизнь	12	ЧЗ	2003-2012
Экология и промышленность России	12	ЧЗ	2008-2017

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. Образовательная платформа «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ)

<https://ldiss.rsl.ru/>

2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>

5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>

6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия)

<http://uisrussia.msu.ru>

7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>

8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>

9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.) <https://books.kubsu.ru/>

10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>

11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>

12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference <https://ar.over-sea.cnki.net/>

13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>

2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>

3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>
5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
6. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>.

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) – русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачёт соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объём информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

Лабораторные занятия

Курс выполнения лабораторных работ начинается занятием по ознакомлению с техникой безопасности. Необходимое для выполнения задания оборудование выдаёт лаборант.

Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов, по итогам лабораторных работ оформляется письменная работа (отчёт). Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, оформление согласно ГОСТ, своевременность срока сдачи.

Оценивание лабораторных работ входит в проектную оценку.

В ходе лабораторных работы студент должен:

- 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;

- ознакомиться с лабораторными заданиями и ходом их выполнения;
- выполнить предложенные задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы семинарские занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания при выполнении индивидуальных заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

План подготовки:

- •изучить соответствующий лекционный материал
- •изучить основную литературу по теме
- •изучить дополнительную литературу по теме
- •оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- •сделать структурированные выводы.

Подготовка к зачёту:

Зачет – это проверочное испытание по учебному предмету, своеобразный итоговый рубеж изучения дисциплины, позволяющий лучше определить уровень знаний, полученный обучающимися. Для успешной сдачи зачета студенты должны помнить следующее:

- к основным понятиям и категориям нужно знать определения, которые необходимо понимать и уметь пояснять;
- при подготовке к зачету требуется помимо лекционного материала, прочитать еще несколько учебников по дисциплине, дополнительные источники, предложенные для изучения в списке литературы;
- семинарские занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, получение зачета;
- готовиться к зачету нужно начинать с первой лекции и семинара, а не выбирать так называемый «штурмовой метод», при котором материал закрепляется в памяти за несколько последних часов и дней перед зачетом. При оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:
- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;

- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, анализировать статистические данные;
- ориентирование в литературе;
- знание основных проблем учебной дисциплины;
- понимание значимости учебной дисциплины в системе;
- логика и аргументированность изложения;

– культура ответа. Таким образом, при проведении зачета преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу.

Основное в подготовке к сдаче зачета – это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет. При подготовке к сдаче весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя два этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса. Зачет проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к зачету необходимо начинать с первой лекции и первого семинара. В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена – это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого семинара.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование оборудованных учебных кабинетов	перечень основного оборудования	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. 425)	проектор, выход в интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель	Microsoft Office 365 Professional Plus Windows 10 Корпоративная, Microsoft Office профессиональный плюс 2016; Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500- 2499 Node 1 year Education Renewal License
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. 422)	проектор, выход в интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для проведения индивидуальных и групповых консультаций (ауд. 419):	проектор, выход в Интернет, электронные ресурсы, доска учебная, учебная мебель, микроскопы, холодильник, центрифуга, дозаторы, фотоколориметр, весы	Microsoft Windows Microsoft Office
Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория для самостоятельной работы (ауд. 437)	проектор, компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети "Интернет" (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) и доступом в электронную информационно-образовательную среду, веб-камера, доска учебная, учебная мебель.	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Компьютерный класс, учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, аудитория для самостоятельной работы (ауд. 437)	проектор, компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети "Интернет" (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) и доступом в электронную информационно-образовательную среду, веб-камера, доска учебная, учебная мебель.	Microsoft Windows Microsoft Office