

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной,
воспитательной работе
и молодежной политике
Кирова Ю. З.



Ю. З. Кирова
« 29 » *сентября* 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ

Направление подготовки	06.03.01 Биология
Профиль	Биоэкология
Название кафедры	Физика, математика и информационные технологии
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Кинель 2024

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математические методы в биологии» является формирование у студентов общепрофессиональной компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, развитие способности применять методы математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующие задачи:

- овладение основными понятиями теории дифференциальных уравнений, методами решения дифференциальных уравнений, а также использование дифференциальных уравнений в качестве моделей биологических процессов;

- овладение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математической статистики и биометрии, методами статистического оценивания и проверки гипотез;

- овладение методами прогнозирования.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.10 «Математические методы в биологии» относится к циклу обязательной части дисциплин.

Дисциплина изучается в 1 семестре на 1 курсе очной формы обучения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП):

Карта формирования компетенций по дисциплине

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-6	Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.	<p>Знать: основные концепции и методы, современные направления математики, наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований.</p> <p>Уметь: использовать навыки лабораторной работы и методы математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Для очной формы обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость дисциплины		Семестры (кол-во недель в семестре)
		Всего часов	Объем контактной работы	1 (18)
Аудиторная контактная работа (всего)		72	72	72
в том числе:	Лекции	36	36	
	Практические занятия	36	36	
	<i>В т.ч. в форме практической подготовки</i>			

Самостоятельная работа студента (всего), в том числе:		72	12	72
СРС в семестре:	- научно-исследовательская деятельность,	16		16
	- проработка и повторение лекционного материала, чтение учебников, дополнительной литературы, работа со справочниками, ознакомление с нормативными и методическими документами;	16		16
	- подготовка к практическим занятиям;	18		18
	- выполнение индивидуального задания;	18	6	18
	- подготовка к зачету.	4	2	4
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет	-	зачет
Общая трудоемкость, час.		144	80	144
Общая трудоемкость, зачетные единицы		4	2,2	4

Заочная форма обучения отсутствует.

4.2 Тематический план лекционных занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудо- емкость, ч
1.	Специфика моделей живых систем. Качественные и количественные модели. Модели биологических систем.	2
2.	Математические модели биологических систем в виде дифференциальных уравнений первого порядка. Теория дифференциальных уравнений первого порядка.	2
3.	Математические модели биологических систем в виде дифференциальных уравнений второго порядка. Теория дифференциальных уравнений второго порядка.	2
4.	Дифференциальные уравнения в биологии. Составление и решение дифференциальных уравнений при решении практических задач в биологии.	2
5.	Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии: группировка первичных данных, основные характеристики варьирующих объектов.	2

6.	Характерные черты варьирования. Законы распределения.	2
7.	Выборочный метод и оценка генеральных параметров.	2
8.	Критерии достоверности оценок: параметрические критерии, непараметрические критерии.	2
9.	Проверка гипотез о законах распределения: применение коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения; критерий хи-квадрат.	2
10.	Проверка гипотез о законах распределения: причины асимметрии эмпирических распределений; проверка сомнительных вариантов.	2
11.	Дисперсионный анализ: однофакторный.	2
12.	Дисперсионный анализ: двухфакторный.	2
13.	Корреляционный анализ: параметрические и непараметрические связи.	2
14.	Корреляционный анализ: множественная и частная корреляция.	2
15.	Регрессионный анализ: линейная и нелинейная регрессии.	2
16.	Регрессионный анализ: оценка достоверности показателей регрессии; выбор уравнений регрессии.	2
17.	Вопросы планирования исследований: приближенные оценки основных статистических показателей; определение необходимого объема выборки.	2
18.	Математическая статистика в табличном редакторе MS EXCEL.	2
Всего:		36

Заочная форма обучения отсутствует.

4.3 Тематический план практических занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Темы практических занятий	Трудо-емкость, ч
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка. Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка	2
2.	Дифференциальные уравнения второго порядка. Методы решения дифференциальных уравнений второго порядка	2
3.	Дифференциальные уравнения в биологии. Составление и решение дифференциальных уравнений при решении практических задач в биологии.	2
4.	Группировка первичных данных, основные характеристики варьирующих объектов.	2

5.	Законы распределения: биномиальное, распределение Пуассона, нормальное распределение, распределение Максвелла.	2
6.	Выборочный метод и оценка генеральных параметров.	2
7.	Критерии достоверности оценок: параметрические критерии, непараметрические критерии.	2
8.	Проверка гипотез о законах распределения: применение коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения; критерий хи-квадрат.	2
9.	Проверка гипотез о законах распределения: причины асимметрии эмпирических распределений; проверка сомнительных вариантов.	2
10.	Дисперсионный анализ: однофакторный.	2
11.	Дисперсионный анализ: двухфакторный.	2
12.	Корреляционный анализ: параметрические и непараметрические связи.	2
13.	Корреляционный анализ: множественная и частная корреляция.	2
14.	Регрессионный анализ: линейная и нелинейная регрессии.	2
15.	Регрессионный анализ: оценка достоверности показателей регрессии; выбор уравнений регрессии.	2
16.	Вопросы планирования исследований: приближенные оценки основных статистических показателей; определение необходимого объема выборки.	2
17.	Математическая статистика в табличном редакторе MS EXCEL: основные характеристики варьирующих объектов; дисперсионный анализ.	2
18.	Математическая статистика в табличном редакторе MS EXCEL: корреляционный анализ; регрессионный анализ.	2
Всего:		36

Заочная форма обучения отсутствует.

4.4 Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

4.5 Самостоятельная работа

для очной формы обучения

Номер раздела (темы)	Вид самостоятельной работы	Название (содержание работы)	Объем, акад. часы
----------------------	----------------------------	------------------------------	-------------------

1,2,3,4,5, 6,7,8,9,1 0,11,12,1 3,14,15,1 6,17,18	Подготовка к лекциям	Работа с конспектами лекций. Осмысление и закрепление теоретического материала в соответствии с содержанием лекционных занятий. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.	16
1,2,3,4,5, 6,7,8,9,1 0,11,12,1 3,14,15,1 6,17,18	Подготовка к практическим занятиям.	Подготовка справочной информации, таблиц, выполнение домашнего задания.	18
2,3,5,6,8, 11,12,13, 15	Научно-исследовательская деятельность.	Поиск и сбор информации по теме исследования в периодических печатных и интернет-изданиях, на официальных сайтах, научных библиотеках.	16
2,3,4,5,1 2.13	Индивидуальные задания для самостоятельной работы	Выполнение заданий для самостоятельной работы.	18
1,2,3,4,5, 6,7,8,9,1 0,11,12,1 3,14,15,1 6,17,18	Подготовка к сдаче зачета	Повторение и закрепление изученного материала.	4
Итого			72

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Рекомендации по использованию материалов рабочей программы

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими

разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале и сайте университета, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

5.2 Рекомендации к изучению тем курса

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией обращаться к рабочей программе дисциплины с целью ознакомления со списком рекомендуемой литературы по предстоящей теме лекции, ознакомлении с темами научной работы по теме;

- на отдельные лекции приносить материал на бумажных и электронных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы);

- перед очередной лекцией повторить по конспекту материал предыдущей лекции;

- в случае возникновения затруднений в восприятии материала по конспекту обратиться к рекомендуемой лектором основной учебной литературе.

5.3 Рекомендации по работе с литературой

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая учебная литература указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, рекомендуется переходить к изучению следующей темы после усвоения текущей, проводя в конспекте лекций выводы формул и теорем, используемых при изучении рассматриваемой темы.

Основные понятия и определения (правила) разбираются и учатся наизусть. На закрепление понятий и определений (правил) требуется рассмотреть несколько заданий.

В процессе изучения материала рекомендуется составление опорных

конспектов.

5.4 Рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к зачету, рекомендуется изучить и законспектировать ответы на вопросы, вынесенные на самостоятельную подготовку к зачету.

В процессе подготовки к зачету рекомендуется проработать (повторить) учебный материал по конспектам лекций, основной и дополнительной учебной литературе, конспектам практических занятий и ресурсов Интернет.

6. ОСНОВНАЯ, ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»:

6.1. Основная литература:

6.1.1 Бунтова Е. В. Математические методы в биологии : Методические указания / Е. В. Бунтова.- Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020.- 62 с.

6.1.2 Фролов Ю. П. Математические методы в биологии: Теоретические основы и практикум / Ю. П. Фролов 4-е изд., перераб. и дополн.- Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2012.- 288с. Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-izdaniya/Matematicheskie-metody-v-biologii-Elektronnyi-resurs-teoret-osnovy-i-praktikum-71008>

6.1.3 Сиделев С. И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию: учебное пособие / С. И. Сиделев.- Ярославль: ЯрГУ, 2012.-140 с. Режим доступа: <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110318.pdf>

6.2 Дополнительная литература:

6.2.1 Зарипов Ш.Х. Модели динамики популяций на основе дифференциальных уравнений: реализация в среде R: учебно-методическое пособие / Зарипов Ш.Х., Никоненкова Т.В., Толмачева С.А. – Казань: Изд-во Казанского федерального университета, 2017. – 30 с.

6.2.2 Крючков А. В. Математические методы и модели в биологии. Курс лекций /А.В. Крючков. – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2012. – 172 с. Режим доступа: <http://iweb.vyatsu.ru/document/material/49/06.03>

6.2.3 Леонова Н.Л., Кушнеров А.И. Математические методы в биологии и экологии: учебное пособие. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД. 2019.-43 с. Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafprik1matiiif/1579880339.pdf>

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины:

6.3.1 Федеральный портал «Российское образование» –URL: <http://www.edu.ru>

6.3.2 Образовательный математический сайт «exponenta.ru» – URL: <http://exponenta.ru>

6.3.3 «EqWorld: The World of Mathematical Equations» – URL: <http://eqworld.ipmnet.ru>

6.3.4 Московский Центр Непрерывного Математического Образования (МЦНМО) – URL: <http://www.mccme.ru>

6.3.5 Научная электронная библиотека eLibrary – URL: <http://www.elibrary.ru>

6.3.6 Математический портал «Allmath.ru: Вся математика в одном месте» – URL: <http://www.allmath.ru>

6.5 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных:

1. <http://pravo.gov.ru> – Официальный интернет-портал правовой информации;

2. <http://www.consultant.ru> - справочная правовая система «Консультант Плюс»;

3. <http://www.garant.ru> - справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации;

4. <https://russoft.org> – Некоммерческое партнерство РУССОФТ.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория №3307, 3311	Доска, кафедра, портреты ученых-математиков, учебные столы и лавки
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория №3307, 3311 Аудитория 3210	Доска, кафедра, портреты ученых-математиков, учебные столы и лавки Специализированная учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета
3	Самостоятельная работа обучающихся	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (компьютерный класс 3210)	Специализированная учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1 Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях, выполнении заданий для самостоятельной работы обучающихся. Текущему контролю подлежат посещаемость обучающимися аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения компетенций (результатов обучения) по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимого с учетом результатов текущего контроля.

8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Оценочные средства для проведения текущей аттестации

Студенческие научные исследования

Тематика студенческих научных исследований

1. Дифференциальные уравнения в биологии.
2. Использование элементов теории вероятностей в генетике.
4. Значимость точечных статистических оценок экспериментальных данных в исследованиях по биологии.
5. Закон Харди-Вайнберга о генетическом равновесии
6. Вирусная модель инфекционных заболеваний (уравнение Ферхюльста).
7. Классическая модель Вольтера.
8. Устойчивость биологических сообществ (модели Политаева).
9. Модели взаимодействия видов.
10. Пространственно временная самоорганизация биологических систем.
11. Математические модели первичных процессов фотосинтеза.
12. Модели водных экосистем.

13. Модели продукционного процесса растений.

14. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли.

Требования к содержанию работы.

Реферативные работы не принимаются.

Работа должна содержать:

- введение (актуальность и небольшой анализ работ по выбранной тематике исследования);
- основная часть (рассмотрение вопроса с разных точек зрения);
- практическое применение (решение 2-3 задач);
- заключение (собственные выводы);
- список литературы.

Требования к оформлению работы.

Текст представляется на русском языке.

Поля (мм): левое – 30; верхнее, правое, нижнее – по 25.

Общий объем – до трех страниц формата А4 (210-297 мм).

Текст должен быть набран на компьютере через 1 интервал в текстовом редакторе WinWord с использованием шрифта Times New Roman, 12 точек.

Подписи к рисункам и список литературы Times New Roman, 11 точек.

Красная строка – 1 см. Выравнивание – по ширине. Переносы слов допускаются.

Заголовок печатается заглавными буквами жирным шрифтом.

Рисунки и таблицы должны быть вставлены в текст (формат сборника А5, поэтому рисунки должны допускать соответствующее уменьшение).

Формулы набираются в редакторе формул MS Equation.

Список литературы приводится в конце статьи.

Критерии и шкала оценивания студенческих научных исследований

оценка «зачтено» выставляется, если обучающимся:

- подготовлена работа по выбранной теме в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению работы;

- подготовлена презентация по результатам проделанной работы;
- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающимся:
- подготовлена работа по выбранной теме, которая не соответствует требованиям к содержанию и оформлению работы.

Задания для самостоятельной работы студентов

Цель: Закрепить знания, полученные на лекционных занятиях по заданной теме. Сформировать владение навыками применения теоретических знаний к решению практических задач.

Задание: выполнить предложенный вариант задания.

Методика выполнения

Каждому обучающемуся выдается индивидуальное задание. Обучающиеся, справляющиеся с решением без ошибок получают дополнительный бал, который в дальнейшем влияет на получение накопительного результата формирования зачетного балла.

*Пример задания для самостоятельной работы обучающихся
по теме «Дифференциальные уравнения»*

№1. Найти общее решение дифференциального уравнения
$$y - xy' = 0.$$

№2. Найти общее решение дифференциального уравнения
$$(1 + y^2)dx - \sqrt{x}dy = 0.$$

№3. Найти частный интеграл уравнения
$$y' - (2y + 1)\operatorname{ctg}(x) = 0,$$

удовлетворяющий начальному условию $y(\pi/4) = 1/2$.

№4. Найти частный интеграл уравнения
$$(1 + x^2)y' = 1 + y^2$$

удовлетворяющий начальному условию $y(0) = 1$.

№5. Найти общее решение дифференциального уравнения
$$y' + \frac{y}{x} = x^3.$$

№6. Найти частное решение дифференциального уравнения

$$xy' + y = e^{-x}, \quad y(1) = 4.$$

№7. Требуется найти общее решение дифференциального уравнения

$$y' + 2e^x y = 2e^x \sqrt{y}.$$

№8. Показать, что $y = C_1 e^{3x} + C_2 e^{-3x}$ является общим решением уравнения $y'' - 9y = 0$.

№9. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка

$$y'' - 3y' + 2y = 0.$$

№10. Найти общее решение дифференциального уравнения

$$(1 - y)y'' + 2(y')^2 = 0.$$

№11. Найти общее решение дифференциального уравнения

$$y'' = -\frac{y'}{x}.$$

№12. Найти общее решение дифференциального уравнения второго порядка

$$y'' - 8y' + 16y = e^{4x}(1 - x).$$

№13. В помещении для крупного рогатого скота работают два вентилятора, каждый из которых доставляет в минуту по 60 м^3 чистого воздуха, содержащего $0,01\%$ углекислоты.

Полагая, что в коровнике объемом 1600 м^3 с начальным содержанием углекислоты в $0,2\%$ находится 120 коров, каждая из которых выдыхает в минуту $0,10 \text{ м}^3$ воздуха с 5% углекислоты.

Требуется определить наличие углекислоты в 1 м^3 воздуха после двухчасового содержания животных в помещении.

Критерии и шкала оценки при защите индивидуальных заданий:

- оценка «зачтено» выставляется обучающимся, если решено 70% заданий;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающимся, если решено менее 70% заданий.

Пример задания для самостоятельной работы обучающихся по теме «Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии: группировка первичных данных, основные характеристики варьирующих объектов».

№1. Требуется определить средний размер площади корзинок у десяти наугад отобранных растений подсолнечника. Результаты измерений представлены в таблице.

Площадь корзинок, x_i	55	85	120	165	210	205
Число случаев, f_i	1	1	2	3	2	1

№2. Требуется определить средний объем яиц по их диаметру, используя результаты измерений, представленных в таблице.

Диаметр яиц, x_i	4,3	4,6	5,1	5,3	5,6	6,2
Число случаев, f_i	2	4	6	3	2	1

№3. В таблице дан ряд распределения кальция в сыворотке крови. Требуется вычислить медиану данного ряда.

Классы по содержанию кальция в сыворотке крови	Средние значения классов	Частоты, f_i	Накопленные частоты, $\sum_{i=1}^k f_i$
8,6 - 9,3	9,2	2	2
9,4 - 10,1	8,8	6	8
10,2 - 10,9	10,1	15	23
11,0 - 11,7	11,7	23	46
11,8 - 12,5	12,0	25	71
12,6 - 13,3	13,5	17	88
13,4 - 14,1	13,3	7	95
14,2 - 14,9	14,2	5	100
Сумма		100	

№4. Проводится учет урожая пшеницы на корню. Поле разбивается на пять типовых участков. Каждый участок разбивается на более мелкие участки – метровки, из которых случайным бесповторным образом отбирается

пропорциональное по объему групп количество колосьев с последующим взвешиванием массы содержащихся в них зерен. Результаты отбора приводятся в таблице.

Типовые участки	Численность		Выборочные показатели		$(n_i - 1)S_i^2$
	Групп, N	Выборки, n	Средняя, \bar{x}	Дисперсия, S_i^2	
1	100	20	9,8	4,6	87,4
2	200	40	8,5	3,2	124,8
3	400	80	7,7	3,6	284,4
4	150	30	12,1	4,1	118,9
5	150	30	10,2	3,8	110,2
Сумма	1000	200			725,7

Требуется вычислить взвешенную среднюю и ошибку взвешенной средней.

Критерии и шкала оценки при защите индивидуальных заданий:

- оценка «зачтено» выставляется обучающимся, если решено 70% заданий;
- оценка «не зачтено» выставляется обучающимся, если решено менее 70% заданий.

Пример задания для самостоятельной работы обучающихся по теме «Дисперсионный анализ».

№1. Требуется проверить нулевую гипотезу о равенстве дисперсий по имеющимся четырем выборка при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

x_1	10	11	13	14	16
x_2	9	14	19	24	29
x_3	8	10	12	14	16
x_4	9	12	15	18	21

№2. По представленным в таблице данным эксперимента требуется провести дисперсионный анализ данных при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

B	A								
	A_1			A_2			A_3		
B_1	1,1	1,2	1,0	0,9	1,0	1,1	0,8	1,0	1,4

B_2	1,3	1,0	1,5	1,2	1,2	1,0	1,3	1,0	0,9
B_3	1,6	1,4	1,5	0,8	0,9	0,8	1,2	1,1	1,2
B_4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1

Критерии и шкала оценки при защите индивидуальных заданий:

- оценка «зачтено» выставляется обучающимся, если решено 70% заданий;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающимся, если решено менее 70% заданий.

Пример задания для самостоятельной работы обучающихся по теме «Корреляционный анализ».

№1. В результате эксперимента получена совокупность данных, представленных в таблице. Требуется проверить гипотезу о наличие корреляции между случайными величинами x и y с доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$.

x_i	1,23	1,04	1,80	0,43	0,88	0,57	1,72	1,70	0,84	0,60
y_i	9,26	9,38	12,11	10,81	9,35	9,87	8,17	9,12	5,88	6,30

№2. В результате эксперимента получена совокупность данных, представленных в таблице. Необходимо установить существенность взаимосвязи y переменной с совокупностью остальных переменных x_1, x_2, \dots .

y_i	13,26	10,16	13,72	12,85	10,63	9,12	25,83	23,39	14,68	10,05
$x_{(1)i}$	1,23	1,04	1,80	0,43	0,88	0,57	1,72	1,70	0,84	0,60
$x_{(2)i}$	1,45	1,30	1,37	1,65	1,91	1,68	1,94	1,89	1,94	2,06
$x_{(3)i}$	166,32	92,88	158,04	93,96	173,88	162,30	88,56	101,16	166,32	140,76

Критерии и шкала оценки при защите индивидуальных заданий:

- оценка «зачтено» выставляется обучающимся, если решено 70% заданий;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающимся, если решено менее 70% заданий.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Зачет по дисциплине проводится по билетам, в которые включены вопрос по теоретическому материалу и практическое задание.

Перечень вопросов к зачету

Тема 1. Специфика моделей живых систем. Качественные и количественные модели. Модели биологических систем.

1. Опишите свойства биологических систем, учитывающиеся при построении моделей.
2. Перечислите виды математических моделей биологических систем.
3. Какие модели популяционной динамики вы знаете?
4. Перечислите пять специфических свойств живых систем, которые учитываются при построении моделей.
5. Назовите основные цели моделирования в биологии.

Тема 2. Математические модели биологических систем в виде дифференциальных уравнений первого порядка. Теория дифференциальных уравнений первого порядка.

1. Сформулируйте основную задачу в теории дифференциальных уравнений.
2. Уравнения, какого вида называются линейными дифференциальными уравнениями первого порядка?
3. Уравнения, какого вида называются дифференциальными уравнениями с разделенными переменными?
4. Приведите примеры математических моделей биологии в виде дифференциальных уравнений первого порядка.

Тема 3. Математические модели биологических систем в виде дифференциальных уравнений второго порядка. Теория дифференциальных уравнений второго порядка.

1. Кем впервые была поставлена задача качественного исследования дифференциальных уравнений?

2. Качественное исследование поведения дифференциальных уравнений второго порядка позволит исследовать динамику чего?

3. Дайте определение линейному дифференциальному уравнению второго порядка.

4. В каком случае для решения дифференциального уравнения второго порядка используется характеристическое уравнение?

5. Какое уравнение называется характеристическим?

6. Сформулируйте алгоритм решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами.

Тема 4. Дифференциальные уравнения в биологии. Составление и решение дифференциальных уравнений при решении практических задач в биологии.

1. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее процесс передачи инфекции.

2. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее изменения давления воздуха в зависимости от высоты над уровнем моря.

3. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее наличие определенного количества углекислоты в помещении.

4. Запишите классическую модель математической экологии – модель Ферхюльста.

5. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее закон роста клеток с течением времени.

6. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее закон размножения бактерий с течением времени.

Тема 5. Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии: группировка первичных данных, основные характеристики варьирующих объектов.

1. Для чего в биологии служат методы математической статистики?

2. Сформулируйте определение статистической совокупности.

3. Какой ряд статистических данных называется вариационным рядом?

4. Какая формула используется для построения равно интервального вариационного ряда?
5. Перечислите степенные и структурные средние величины.
6. По какой формуле рассчитывается общая взвешенная средняя арифметическая нескольких однородных групп?
7. Перечислите характеристики варьирования признака вариации.
8. Какой показатель позволяет измерять отклонения отдельных вариантов от среднего уровня и сравнивать эти отклонения для разных признаков?
9. Дайте определение и перечислите основные свойства средней арифметической.
10. Запишите формулу для вычисления среднего линейного отклонения \bar{d} .
11. Что определяет такая характеристика вариационного ряда, как дисперсия? Запишите формулу определения дисперсии.
12. Одним из относительных показателей вариации является коэффициент вариации, запишите формулу для его вычисления.
13. Запишите формулу для вычисления нормированного отклонения варианты от среднего арифметического t .

Тема 6. Характерные черты варьирования. Законы распределения.

1. В массе относительно однородных единиц, составляющих статистическую совокупность, большинство ее членов оказываются близкими, какому значению?
2. Сформулируйте закон больших чисел.
3. Какое распределение случайных величин в статистической совокупности называется биномиальным распределением?
4. Какое распределение случайных величин в статистической совокупности называется распределением Пуассона?
5. В какой форме может быть выражен закон распределения случайной величины?
6. Какая функциональная зависимость выражается нормальным законом

распределения?

Тема 7. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.

1. Запишите формулу для определения интервала, в котором находится генеральная средняя μ .

2. По какой формуле рассчитывается доверительный интервал для дисперсии нормально распределенной генеральной совокупности?

3. Для построения доверительного интервала с использованием критерия χ^2 применяется двусторонний уровень значимости. Запишите формулу, по которой с использованием критерия Пирсона вычисляются границы доверительного интервала.

4. По какой формуле рассчитывается ошибка разности средних для равночисленных выборок S_d ?

5. По какой формуле рассчитывается ошибка разности средних для неравно численных выборок S_d ?

Тема 8. Критерии достоверности оценок: параметрические критерии, непараметрические критерии.

1. Какие параметрические критерии чаще всего применяются в биометрии?

2. Запишите формулу для вычисления t-критерия Стьюдента.

3. По какой формуле определяется ошибка разности средних для равночисленных выборок?

4. По какой формуле определяется ошибка разности средних для неравночисленных выборок?

5. Каким образом проводится оценка средней разности между выборками с попарно связанными вариантами?

6. Для проверки, какой гипотезы используется критерий Ван-дер-Вардена?

7. Для проверки, какой гипотезы используется критерий Уилкоксона?

Тема 9. Проверка гипотез о законах распределения: применение коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения; критерий хи-квадрат.

1. К какому значению коэффициент асимметрии и эксцесса стремятся в случае нормального распределения случайной величины?
2. Являются ли выборочные значения коэффициентов асимметрии и эксцесса случайными величинами?
3. Для выборок каких объемов применим критерий χ^2 ?
4. Сформулируйте нулевую гипотезу, проверяемую критерием χ^2 .

Тема 10. Проверка гипотез о законах распределения: причины асимметрии эмпирических распределений; проверка сомнительных вариантов.

1. Укажите причины возникновения асимметричных распределений биологических признаков.
2. С помощью, каких критериев осуществляется задача статистической проверки сомнительных вариантов?

Тема 11. Дисперсионный анализ: однофакторный.

1. На каких предпосылках основываются классические методы дисперсионного анализа?
2. По какой формуле рассчитывается дисперсия, характеризующая изменение данных по строкам S_i^2 , т.е. на уровне A_i ?
3. Запишите статистику критерия Неймана–Пирсона.
4. Что служит критерием оценки влияния регулируемых в опыте факторов на результативный признак?
5. По какой схеме проводится дисперсионный анализ однофакторных равномерных комплексов?

Тема 12. Дисперсионный анализ: двухфакторный.

1. Назовите основное условие правильного применения двухфакторного дисперсионного анализа.
2. По какой схеме проводится двухфакторный дисперсионный анализ?

Тема 13. Корреляционный анализ: параметрические и непараметрические связи.

1. Какого рода зависимость между переменными величинами называется корреляционной?
2. Перечислите параметрические показатели корреляционной связи.
3. В чем состоит недостаток коэффициента ковариации?
4. Возможно, ли устранить недостаток, присущий ковариации?
5. Запишите формулу вычисления коэффициента корреляции для малых выборок.
6. Каким образом рассчитывается минимальный объем выборки для точного определения коэффициента корреляции?
7. Перечислите непараметрические показатели корреляционной связи.

Тема 14. Корреляционный анализ: множественная и частная корреляция.

1. Приведите примеры применения в биологии статистического анализа многомерных корреляционных связей.
2. В каких пределах может изменяться коэффициент множественной корреляции?
3. При каком условии применяются частные коэффициенты корреляции?

Тема 15. Регрессионный анализ: линейная и нелинейная регрессии.

1. Дайте определение регрессии.
2. В чем заключается отличие функциональной связи от статистической?
3. Что выражают показатели регрессии?
4. В случае линейной регрессии, на что указывает коэффициент регрессии?
5. Каким равенством выражается связь между коэффициентом регрессии и корреляции?
6. Приведите примеры нелинейной корреляции в биологии.

Тема 16. Регрессионный анализ: оценка достоверности показателей регрессии; выбор уравнений регрессии.

1. С помощью какого критерия оценивается достоверность выборочных коэффициентов регрессии?

2. Почему не следует экстраполировать регрессию за пределы проведенных опытов?

Тема 17. Вопросы планирования исследований: приближенные оценки основных статистических показателей; определение необходимого объема выборки.

1. Как определяется приближенное значение средней арифметической?

2. От чего зависит необходимая численность выборки, отвечающая точности, с которой намечено получить средний результат?

Тема 18. Математическая статистика в табличном редакторе MS EXCEL.

1. Что ограничивает использование пакета анализа данных MS EXCEL?

2. С помощью какого специального средства в MS EXCEL проводится графический анализ данных?

3. Отсутствуют или имеются в наличии в MS EXCEL средства проверки применимости дисперсионного анализа?

Примерные практические задания к зачету

Тема 1. Специфика моделей живых систем. Качественные и количественные модели. Модели биологических систем.

№1. В любой момент времени $t \in [0; T]$ меньшего времени жизни одного поколения выполняется следующее равенство:

$$x + y = a + b.$$

Требуется найти закон изменения числа незараженных особей в течение времени $y = f(x)$.

Для составления уравнения вводятся следующие обозначения: $t = 0$ – начальный момент времени, a – число зараженных особей, b – число

незараженных особей, $x(t)$ – число зараженных особей в момент времени t , $y(t)$ – число незараженных особей в момент времени t .

№2. Пусть, в помещении для крупного рогатого скота работают два вентилятора, каждый из которых доставляет в минуту по 60 м^3 чистого воздуха, содержащего $0,01\%$ углекислоты. Учитывается, что в коровнике объемом 1600 м^3 с начальным содержанием углекислоты в $0,2\%$ находится 120 коров, каждая из которых выдыхает в минуту $0,10 \text{ м}^3$ воздуха с 5% углекислоты.

Требуется определить наличие углекислоты в 1 м^3 воздуха после двухчасового содержания животных в помещении.

Тема 2. Математические модели биологических систем в виде дифференциальных уравнений первого порядка. Теория дифференциальных уравнений первого порядка.

№1. Найдите частный интеграл уравнения

$$(1 + x^2)y' = 1 + y^2$$

удовлетворяющий начальному условию $y(0) = 1$.

№2. Найдите частное решение дифференциального уравнения

$$xy' + y = e^{-x}, \quad y(1) = 4.$$

№3. Найдите частное решение дифференциального уравнения

$$xy' - y = x^2 \cos x, \quad y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1.$$

Тема 3. Математические модели биологических систем в виде дифференциальных уравнений второго порядка. Теория дифференциальных уравнений второго порядка.

№1. Найдите общее решение дифференциального уравнения

$$(1 - x^2)y'' - xy' = 2.$$

№2. Найдите общее решение дифференциального уравнения

$$(1 - y)y'' + 2(y')^2 = 0.$$

№3. Найдите общее решение дифференциального уравнения

$$y'' = -\frac{y'}{x}.$$

Тема 4. Дифференциальные уравнения в биологии. Составление и решение дифференциальных уравнений при решении практических задач в биологии.

№1. Требуется определить закон изменения давления воздуха в зависимости от высоты над уровнем моря.

№2. Вещество *A* в результате химической реакции становится веществом *B*. Через 2 час после начала реакции вещества *A* осталось 72,4 г., через 4 часа после начала реакции вещества *A* осталось 23,05 г. Определите первоначальное количество вещества *A* и время, через которое останется одна третья часть вещества *A*.

Тема 5. Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии: группировка первичных данных, основные характеристики варьирующих объектов.

На основании многолетних клинических наблюдений, проводившихся в питомнике обезьян, получена выборка, включающая данные анализов на содержание кальция (мг%) в сыворотке крови павианов-гамадрилов. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Данные клинических наблюдений

4,6	12,9	12,3	9,9	12,7	11,7	10,8	10,4	10,9	10,2
4,7	10,4	11,6	11,7	12,1	10,9	12,1	10,9	12,1	9,2
3,2	12,9	12,0	11,1	13,5	11,2	14,5	11,2	13,5	10,1
11,6	12,4	13,9	11,4	12,8	10,4	12,8	12,4	10,9	12,7
11,9	11,8	11,0	12,6	10,0	10,3	12,7	11,7	13,1	13,8
12,2	11,9	11,6	10,6	11,1	10,7	12,3	11,5	11,2	11,5

№1. Определите взвешенную среднюю арифметическую.

№2. Определите среднее линейное отклонение.

№3. Определите значение несмещенной дисперсии по отношению к своему генеральному параметру.

№4. Определите число свободно варьирующих единиц в составе численно ограниченной статистической совокупности.

№5. Вычислите коэффициент вариации.

Тема 7. Выборочный метод и оценка генеральных параметров.

№1. Распределение кальция в сыворотке крови характеризуется следующими выборочными показателями: $\bar{x} = 10,04$; $S_x = 1,03$; $n = 80$. Требуется записать доверительный интервал с $\alpha = 0,05$, $P = 95\%$ для средней μ генеральной совокупности.

№2. Требуется определить доверительный интервал для дисперсии генеральной совокупности с $\alpha = 0,05$ распределения кальция в сыворотке крови, если известны выборочные показатели: $n = 60$, $S_x^2 = 1,26$.

Тема 8. Критерии достоверности оценок: параметрические критерии, непараметрические критерии.

№1. На опытной группе объемом $n_1 = 9$ и контрольной группе объема $n_2 = 11$ изучали воздействие нового препарата. Испытания проводились в течение 1 месяца и представлены в таблице 1.

Таблица 1. Данные исследования

Опытная группа	87	79	73	66	72	69	74	79	83		
Контрольная группа	71	80	63	81	64	70	73	63	76	67	69

Проверьте нулевую гипотезу $H_0: \mu_1 = \mu_2$, т.е. средние генеральных совокупностей, из которых составлены выборки, равны. Сделайте вывод.

Тема 9. Проверка гипотез о законах распределения: применение коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения; критерий хи-квадрат.

№1. Урожай фасоли, полученный на делянках от посева крупных f_1 семян и мелких f_2 семян, распределился так, как представлено в таблице 1.

Таблица 1

Масса семян, мг	Частоты		f_1^2	$f_1 + f_2$	$\frac{f_1^2}{f_1 + f_2}$
	f_1	f_2			

125	1	1	1	2	0,50
175	5	3	25	8	3,12
225	17	7	289	24	12,04
275	45	22	2025	67	30,22
325	70	88	4900	158	31,01
375	51	69	2601	120	21,68
425	10	7	100	17	5,88
475	1	2	1	3	0,33
525	0	1	0	1	0,00
Сумма	200	200			104,78

Требуется установить, случайны или закономерны данные различия.

Тема 10. Проверка гипотез о законах распределения: причины асимметрии эмпирических распределений; проверка сомнительных вариантов.

№1. Собранный с шести опытных делянок урожай зерна озимой ржи варьировал так, как показано в таблице 1.

Таблица 1

Номера делянок	1	2	3	4	5	6
Урожай, кг	21,9	24,6	20,8	25,1	30,8	23,2

С помощью критерия нормированного отклонения t проверить нулевую гипотезу H_0 : Сомнительные варианты принадлежат к одной и той же нормально распределенной генеральной совокупности.

Тема 11. Дисперсионный анализ: однофакторный.

№1. Требуется проверить нулевую гипотезу о равенстве дисперсий по имеющимся четырем выборка при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

x_1	21	24	27	30	33
x_2	20	22	24	26	28
x_3	18	22	26	30	34
x_4	17	19	21	23	25

Тема 12. Дисперсионный анализ: двухфакторный.

№1. По представленным в таблице данным эксперимента требуется провести дисперсионный анализ данных при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

B	A								
	A ₁			A ₂			A ₃		
B ₁	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,1	2,1	2,2
B ₂	2,1	2,2	2,3	2,6	2,6	2,4	2,3	2,2	2,4
B ₃	2,4	2,5	2,1	2,5	2,5	2,6	2,5	2,2	2,3
B ₄	2,2	2,3	2,3	2,8	2,5	2,6	2,1	2,2	2,2

Тема 13. Корреляционный анализ: параметрические и непараметрические связи.

№1. В результате эксперимента получена совокупность данных, представленных в таблице. Требуется проверить гипотезу о наличие корреляции между случайными величинами x и y с доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$.

x_i	1,23	1,04	1,80	0,43	0,88	0,57	1,72	1,70	0,84	0,60
y_i	9,26	9,38	12,11	10,81	9,35	9,87	8,17	9,12	5,88	6,30

Тема 14. Корреляционный анализ: множественная и частная корреляция.

№1. В результате эксперимента получена совокупность данных, представленных в таблице. Необходимо установить существенность взаимосвязи y переменной с совокупностью остальных переменных x_1, x_2, \dots .

y_i	13,26	10,16	13,72	12,85	10,63	9,12	25,83	23,39	14,68	10,05
$x_{(1)i}$	1,23	1,04	1,80	0,43	0,88	0,57	1,72	1,70	0,84	0,60
$x_{(2)i}$	1,45	1,30	1,37	1,65	1,91	1,68	1,94	1,89	1,94	2,06
$x_{(3)i}$	166,32	92,88	158,04	93,96	173,88	162,30	88,56	101,16	166,32	140,76

Тема 15. Регрессионный анализ: линейная и нелинейная регрессии.

1. Осуществить подбор уравнения регрессии по данным эксперимента, представленным в таблице 1.

2. Применить робастные методы оценки параметров регрессии.

Таблица 1

№ п/п	y	x_1	x_2	№ п/п	y	x_1	x_2
1	7,0	3,6	11	11	9,0	6,0	21
2	7,0	3,7	13	12	11,2	6,4	22
3	7,4	3,9	15	13	9,3	6,9	22
4	7,0	4,0	17	14	11,2	7,2	25
5	7,6	3,8	18	15	12,1	8,0	28

6	7,7	4,8	19	16	12,1	8,2	29
7	8,0	5,3	19	17	12,3	8,1	30
8	9,0	5,4	20	18	12,2	8,6	31
9	9,7	5,6	20	19	14,1	9,6	32
10	10,2	6,8	21	20	14,3	9,0	36

Тема 16. Регрессионный анализ: оценка достоверности показателей регрессии; выбор уравнений регрессии.

№1. В результате наблюдений за зависимостью $y = f(x)$ получены экспериментальные данные, представленные в таблице 1. Требуется определить оценку коэффициентов регрессии y по x методом наименьших квадратов. Провести статистическое оценивание анализ коэффициентов регрессии.

Таблица 1

Данные эксперимента

x_i	8	11	14	18	4	26	31	32	34	41
y_i	2	3	7	10	11	13	18	21	25	31

Тема 17. Вопросы планирования исследований: приближенные оценки основных статистических показателей; определение необходимого объема выборки.

№1. Случайная выборка девяти вариантов характеризуется средней

$$\bar{x} = 12,1 \pm 0,68.$$

Точность выборочной средней оказалась недостаточно высокой:

$$100 \cdot \frac{0,68}{12,1} = 5,62.$$

Какое число испытаний n необходимо провести, чтобы ошибку средней уменьшить в два раза?

8.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных

дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено» / «не зачтено».

Результат зачета	Критерии
«зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся владеет основными понятиями теории дифференциальных уравнений, методами решения дифференциальных уравнений, а также использование дифференциальных уравнений в качестве моделей биологических процессов; - обучающийся владеет базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математической статистики и биометрии, методами статистического оценивания и проверки гипотез; - обучающийся владеет методами прогнозирования.
«не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не владеет основными понятиями теории дифференциальных уравнений, методами решения дифференциальных уравнений, а также использование дифференциальных уравнений в качестве моделей биологических процессов; - обучающийся не владеет базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математической статистики и биометрии, методами статистического оценивания и проверки гипотез; - обучающийся не владеет методами прогнозирования.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Математические методы в биологии» проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Контроль текущей успеваемости обучающихся – текущая аттестация – проводится в ходе семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний; формирования у обучающихся умений и навыков; своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке; совершенствованию методики обучения; организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- на занятиях (опрос, решение задач, решение задач прикладного характера);
- по результатам выполнения заданий для самостоятельной работы студентов;
- по результатам проверки качества конспектов лекций;
- по результатам отчета по выполнению научно-исследовательской работы.

Контроль за выполнением обучающимися каждого вида работ может осуществляться поэтапно и служит основанием для предварительной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков по дисциплине требованиям ФГОС по направлению подготовки в форме зачета.

Зачет проводится после завершения изучения дисциплины в объеме рабочей учебной программы. Форма проведения зачета – по билетам к зачету. Оценка по результатам зачета – «зачтено» и «не зачтено».

Все виды текущего контроля осуществляются на практических занятиях, во время выполнения заданий для самостоятельной работы студентов, а также по результатам доклада на научной студенческой конференции.

Каждая форма контроля по дисциплине включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций, обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки.
2. Многоступенчатость оценки: самооценка обучающегося, оценка преподавателем, обсуждение полученных обучающимся результатов в группе и устранение имеющихся недоработок в изучении материала дисциплины.

3. Единство используемой технологии для всех обучающихся и выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.

4. Соблюдение последовательности проведения оценки: оценочные средства учитывают уровень сложности развития компетенции.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Студенческие научные исследования	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Результатом проведенного исследования является выступление с докладом на студенческой научной конференции или публикация полученных результатов исследования в студенческих научных журналах и сборниках.	Тематика студенческих научных исследований
2	Задания для самостоятельной работы обучающихся	Выполнение заданий для самостоятельной работы осуществляется с целью проверки уровня знаний, умений, владений, понимания обучающимся основных методов и законов изучаемой теории при решении практических задач, умения применять на практике полученные теоретические знания. Положительным результатом является правильное выполнение 70% заданий.	Комплект заданий
3	Зачет	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценок «зачтено» или «не зачтено» учитывается уровень приобретенных компетенций обучающегося. Зачет проводится по билетам, включающим в себя два задания. Компонент «знать» оценивается ответом	Комплект билетов к зачету

		на вопрос по теоретической части учебного материала. Компоненты «уметь» и «владеть» оценивается правильным выполнением практического задания.	
--	--	--	--

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Рабочую программу разработал:

Доцент кафедры «Физика, математика и информационные технологии»,
к.п.н., доцент Бунтова Е.В. _____



подпись

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физика, математика и информационные технологии» «23» апреля 2024 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой

к.ф.-м.н., доцент Д.В.Миронов _____



подпись

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии факультета БиВМ

Доктор ветеринарных наук,

профессор Савинков А. В. _____



подпись

Руководитель ОПОП ВО

Доктор биологических наук,

профессор Зайцев В.В. _____



подпись

И.о. начальника УМУ

М.В. Борисова _____



подпись