

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук
Кафедра общей биологии и биоэкологии

Согласовано
и.о. декана факультета
« 02 » 06 2023 г.
/Алексеев А. Г./

Рабочая программа дисциплины

Математические методы в биологии

Направление подготовки
06.03.01 Биология

Профиль:
Генетика, микробиология и биотехнология

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
Факультета естественных наук
Протокол «02» 06 2023 г. № 6
Председатель УМКом
/Дялина И. Ю./

Рекомендовано кафедрой общей
биологии и биоэкологии
Протокол от «05» 05 2023 г. № 10
Зав. кафедрой
/Гордеев М. И./

Мытищи
2023

Авторы-составители:
Власов С.В., кандидат биологических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Математические методы в биологии» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 920.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока I «Дисциплины(модули)» и является элективной дисциплиной

Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ Ошибка! Закладка не определена.	
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	Ошибка! Закладка не определена.
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины – сообщение обучающимся знаний об основных методах анализа и обработки экспериментальных данных.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний и навыков использования математических и статистических методов для решения биологических задач;
- развитие способности использования математического аппарата и статистических методов для планирования экспериментов, статистической обработки полученных данных.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК – 1.Способен проводить научно-исследовательские лабораторные работы и экспертизу биологического материала.

ДПК – 4.Способен реализовать преподавание по дополнительным программам в соответствии с полученной квалификацией, а также организовывать научно-исследовательскую деятельность обучающихся;

2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока1 «Дисциплины(модули)» и является элективной дисциплиной

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Математика», «Современные образовательные технологии», «Основы современной биологии».

В рамках данного учебного курса изучаются математические методы обработки биологических данных, закономерности распределения значений признаков и рассчитываемых параметров, вопросы классификации объектов, типы моделей и принципы моделирования биологических объектов и процессов, использование различных биометрических методов для обработки экспериментальных данных. Освоение дисциплины «Математические методы в биологии» в сочетании с изучением таких дисциплин как «Популяционная генетика», «Физиология и биохимия растений», «Ботаника (систематика растений)» и др. позволит обучающимся овладеть универсальными и профессиональными компетенциями, способствующими успешному прохождению специализированной и производственной практики, а также последующей профессиональной деятельности.

3.ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72

Контактная работа	48,2(16) ¹
Лекции	16(16) ²
Лабораторные занятия	32
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	16
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации является зачет в 4-ом семестре

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов	
	Лек-ции	Лабо-ратор-ные заня-тия
Раздел I. Введение в математические методы.		
Тема 1. Основные положения и понятия теории вероятности. Основные правила комбинаторики – правило сложения, правило умножения, размещения, перестановки, сочетания. Классическое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности.		1
Тема 2. Использование методов математической статистики при обработке материалов исследования. Основные отличия теории вероятности и математической статистики. Оценка риска. Рационализация подсчетов.	1	1
Тема 3. Основные задачи математической статистики. Статистические данные. Параметры распределения. Доверительные интервалы и доверительные вероятности. Проверка статистических гипотез. Ошибки I и II рода. Односторонние и двусторонние критерии значимости.	2	2
Раздел II. Случайные события и величины.		
Тема 1. Случайные события. Понятие случайного события. Факторы и следствия. Достоверные и невозможные события. Операции над событиями. Статистическая вероятность события. Последовательность независимых испытаний. Теорема Бернулли.	1	2
Тема 2. Случайные величины. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Ряд распределения случайной величины. Распределение Пуассона. Плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин – математическое ожидание, дисперсия. Среднее квадратичное отклонение.	1	2
Тема 3. Нормальное распределение. Понятие нормального распределения, его свойства. Кривая Гаусса. Стандартное отклонение. Использование нормального распределения для изучения других случайных величин.	1	2

¹ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

² Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Раздел III. Наблюдения.		
Тема 1. Наблюдение как этап исследования и как случайная величина. Испытание. Серия испытаний. Признаки и результаты наблюдений. Измерение и подсчет. Реальный и истинный результат. Ошибка наблюдения. Систематическая ошибка. Грубая ошибка. Случайная ошибка. Теорема Ляпунова. Выборочный метод: генеральная совокупность, выборка, объем выборки. Среднее квадратичное отклонение выборки. Число степеней свободы. Среднее и дисперсия выборки.	2	2
Тема 2. Оценка результатов наблюдений над нормально распределенной случайной величиной. Оценка генерального среднего. Распределение Стьюдента (t-распределение). Сравнение дисперсий. Распределение Фишера (F-критерий). Проверка однородности наблюдений.	1	2
Тема 3. Анализ распределения наблюдений. Проверка основной гипотезы. Оценка вероятности случайного события. Использование оценок вероятности для анализа распределения.		2
Раздел IV. Планирование эксперимента.		
Тема 1. Дисперсионный анализ. Постановка задачи. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.		2
Тема 2. Корреляция и регрессия. Зависимость между случайными величинами. Функциональная и стохастическая зависимость. Коэффициент корреляции. Понятие регрессии. Линейная и нелинейная регрессии. Корреляционный анализ.	1	2
Тема 3. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.		
Тема 4. Способы отбора и выбор числа наблюдений. Способы отбора. Пристрастные и репрезентативные группы. Выбор числа параллельных наблюдений.	2	2
Раздел V. Обработка результатов эксперимента.		
Тема 1. Метрологическая обработка результатов измерений. Правила округления результатов обработки. Оформление результатов измерений.		2
Тема 2. Компьютерные средства обработки результатов исследования. Работа с MS Excel.	2	2
Тема 3. Представление результатов эксперимента. Основные требования к представлению результатов исследования.		2
Раздел VI. Роль и место статистических методов при написании и оформлении научной работы. Анализ корректности экспериментальных данных, представленных в научных работах.		
Тема 1. Анализ корректности экспериментальных данных, представленных в научных работах.	2	4
Итого:	16(16)³	32

4.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
Раздел I.	Основные правила ком-	2	Работа с учебной	Основная и	Доклад, рефе-

³ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

<p>Введение в математические методы.</p>	<p>бинаторики – правило сложения, правило умножения, размещения, перестановки, сочетания. Классическое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности. Основные отличия теории вероятности и математической статистики. Оценка риска. Рационализация подсчетов. Параметры распределения. Доверительные интервалы и доверительные вероятности. Проверка статистических гипотез. Ошибки I и II рода. Односторонние и двусторонние критерии значимости.</p>		<p>литературой и ресурсами сети «Интернет»</p>	<p>дополнительная литература, интернет-ресурсы.</p>	<p>рат, индивидуальное задание</p>
<p>Раздел II. Случайные события и величины.</p>	<p>Понятие случайного события. Факторы и следствия. Достоверные и невозможные события. Операции над событиями. Статистическая вероятность события. Последовательность независимых испытаний. Теорема Бернулли. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Ряд распределения случайной величины. Распределение Пуассона. Плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин – математическое ожидание, дисперсия. Среднее квадратичное отклонение. Понятие нормального распределения, его свойства. Кривая Гаусса. Стандартное отклонение. Использование нормального распределения для изучения других случайных величин.</p>	<p>2</p>	<p>Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»</p>	<p>Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы..</p>	<p>Доклад, реферат, индивидуальное задание</p>
<p>Раздел III. Наблюдения.</p>	<p>Испытание. Серия испытаний. Признаки и результаты наблюдений. Измерение и подсчет. Реальный и истинный результат. Ошибка наблюдения. Систематическая ошибка. Грубая ошибка. Случайная ошибка. Теорема Ляпунова. Выборочный метод: генеральная совокупность, выборка, объем выборки. Среднее</p>	<p>2</p>	<p>Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»</p>	<p>Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы.</p>	<p>Доклад, реферат, индивидуальное задание</p>

	квадратичное отклонение выборки. Число степеней свободы. Среднее и дисперсия выборки. Оценка генерального среднего. Распределение Стьюдента (t-распределение). Сравнение дисперсий. Распределение Фишера (F-критерий). Проверка однородности наблюдений. Проверка основной гипотезы. Оценка вероятности случайного события. Использование оценок вероятности для анализа распределения.				
Раздел IV. Планирование эксперимента.	Постановка задачи. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Зависимость между случайными величинами. Функциональная и стохастическая зависимость. Коэффициент корреляции. Понятие регрессии. Линейная и нелинейная регрессии. Корреляционный анализ. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Способы отбора. Пристрастные и репрезентативные группы. Выбор числа параллельных наблюдений.	2	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы.	Доклад, реферат, индивидуальное задание
Раздел V. Обработка результатов эксперимента.	Обработка данных в MS Excel. Основные требования к представлению результатов исследования.	4	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы.	Доклад, реферат, индивидуальное задание
Раздел VI. Роль и место статистических методов при написании и оформлении научной работы.	Работа с программами MS Excel и MS Word. Правила обработки и представления экспериментальных данных в научных работах. Анализ корректности экспериментальных данных, представленных в научных работах.	4	Работа с учебной литературой и ресурсами сети «Интернет»	Основная и дополнительная литература, интернет-ресурсы.	Доклад, реферат, индивидуальное задание
Итого		16			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-1. Способен проводить научно-исследовательские лабораторные работы и экспертизу биологического материала.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

ДПК-4. Способен реализовать преподавание по дополнительным программам в соответствии с полученной квалификацией, а также организовывать научно-исследовательскую деятельность обучающихся.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
--	--

5.2.Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ДПК-1	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: информационную и библиографическую культуру Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Тестирование, индивидуальное задание, доклад	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания индивидуального задания Шкала оценивания тестирования.
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: информационную и библиографическую культуру Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Владеть: методологией и технологией решения задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информаци-	Тестирование, реферат, презентация, индивидуальное задание.	Шкала оценивания реферата. Шкала оценивания презентации. Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания индивидуального задания

			онно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		
ДПК-4	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: информационную и библиографическую культуру Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Тестирование, индивидуальное задание, доклад	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания индивидуального задания Шкала оценивания тестирования.
	Продвину-тый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: информационную и библиографическую культуру Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Владеть: методологией и технологией решения задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Тестирование, реферат, презентация, индивидуальное задание.	Шкала оценивания реферата. Шкала оценивания презентации. Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания индивидуального задания

Шкала оценивания выполнения индивидуального задания

Критерии оценивания	Баллы
---------------------	-------

Задание выполнено правильно	5
Задание выполнено частично верно	2
Задание выполнено не верно или не выполнено	0

Максимальное количество баллов – 5, количество индивидуальных заданий – 2.

Шкала оценивания реферата

Критерии оценивания	Баллы
Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения – «отлично»	16–20
Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения – «хорошо».	10–15
Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы – «удовлетворительно»	4–9
Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию – «неудовлетворительно»	0–3

Шкала оценивания тестовых работ (тестов)

Критерии оценивания	Баллы
80–100% – «отлично»	8–10
60–80% – «хорошо»	6–7
30–50% – «удовлетворительно»	3–5
0–20% правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно»	0–2

Шкала оценивания доклада

Показатель	Балл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	10
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по	5

теме, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Шкала оценивания презентации

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии Power Point.	10
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в Power Point (не более двух).	5
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии Power Point использованы лишь частично.	1

5.3. 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

Примерные варианты индивидуальных заданий на лабораторных занятиях:

Вариант 1.

1. Группа учащихся изучает 8 различных учебных дисциплин. Сколькими способами можно составить расписание занятий в субботу, если в этот день недели должно быть 3 разных дисциплины (порядок дисциплин роли не играет)?
2. Измеряли длину листовой пластинки (мм) у вишни обыкновенной сорта «Владимирская»:

58	57	64	61	56	65	63	58	63	60
59	61	54	58	66	67	63	63	61	60
58	57	65	61	60	68	64	63	56	59
64	61	64	57	60	63	58	52	60	59
57	61	54	58	64	62	59	60	63	60
60	64	59	63	63	59	62	63	61	65
61	64	57	59	54	64	63	57	59	59
58	63	62	63	62	62	60	62	57	56
60	63	57	63	61	59	61	59	60	

Составьте вариационный ряд.

3. При определении кальция в костной ткани получили следующие результаты CaO (%): 12,86; 12,90; 12,93; 12,84. Вычислить стандартное отклонение в определении содержания кальция.

Вариант 2.

1. На спектрофотометре должны быть последовательно проанализированы 5 различных проб. Сколько вариантов должен рассмотреть лаборант для выбора наилучшей очередности их анализа?
2. Измеряли длину листовой пластинки (мм) у вишни обыкновенной сорта «Владимирская»:

58	57	64	61	56	65	63	58	63	60
59	61	54	58	66	67	63	63	61	60
58	57	65	61	60	68	64	63	56	59
64	61	64	57	60	63	58	52	60	59
57	61	54	58	64	62	59	60	63	60
60	64	59	63	63	59	62	63	61	65
61	64	57	59	54	64	63	57	59	59
58	63	62	63	62	62	60	62	57	56
60	63	57	63	61	59	61	59	60	

Вычислите следующие статистические параметры: среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, ошибку среднего.

- При фотометрическом определении меди в экспериментальном растворе получили следующие результаты (г/л): $5,1 \cdot 10^{-3}$; $5,5 \cdot 10^{-3}$; $5,4 \cdot 10^{-3}$; $5,8 \cdot 10^{-3}$; $5,2 \cdot 10^{-3}$. Вычислить стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал среднего значения (для $P = 0,95$).

Вариант 3.

- Сколько существует различных способов распределения восьми приборов между тремя лабораториями, если: а) все приборы различны; б) все приборы идентичны?
- Измеряли длину листовой пластинки (мм) у вишни обыкновенной сорта «Владимирская»:

58	57	64	61	56	65	63	58	63	60
59	61	54	58	66	67	63	63	61	60
58	57	65	61	60	68	64	63	56	59
64	61	64	57	60	63	58	52	60	59
57	61	54	58	64	62	59	60	63	60
60	64	59	63	63	59	62	63	61	65
61	64	57	59	54	64	63	57	59	59
58	63	62	63	62	62	60	62	57	56
60	63	57	63	61	59	61	59	60	

Определите доверительный интервал для средней генеральной совокупности на 5 и 1% уровнях значимости.

- При определении содержания свинца в почве получили следующие результаты (%): $3,3 \cdot 10^{-2}$; $3,9 \cdot 10^{-2}$; $5,3 \cdot 10^{-2}$; $10,0 \cdot 10^{-2}$; $5,0 \cdot 10^{-2}$; $2,3 \cdot 10^{-2}$; $1,8 \cdot 10^{-2}$; $4,3 \cdot 10^{-2}$. Вычислите стандартное отклонение и доверительный интервал среднего значения (для $P = 0,99$).

Вариант 4.

- В корзине 10 красных яблок и 5 зеленых. Сколькими способами из корзины можно вынуть наугад 3 яблока, чтобы: а) все три яблока оказались красными; б) все три яблока оказались зелеными; в) два яблока оказались красными, а одно – зеленым; г) одно яблоко оказалось красным, а два – зелеными?
- Измеряли длину листовой пластинки (мм) у вишни обыкновенной сорта «Владимирская»:

58	57	64	61	56	65	63	58	63	60
59	61	54	58	66	67	63	63	61	60
58	57	65	61	60	68	64	63	56	59
64	61	64	57	60	63	58	52	60	59
57	61	54	58	64	62	59	60	63	60
60	64	59	63	63	59	62	63	61	65
61	64	57	59	54	64	63	57	59	59
58	63	62	63	62	62	60	62	57	56
60	63	57	63	61	59	61	59	60	

Проверьте гипотезу о независимости вариант выборки любым из известных вам ме-

тодов.

3. При определении содержания марганца в почве получили следующие результаты (%): $5,3 \cdot 10^{-2}$; $5,9 \cdot 10^{-2}$; $7,3 \cdot 10^{-2}$; $12,0 \cdot 10^{-2}$; $7,0 \cdot 10^{-2}$; $4,3 \cdot 10^{-2}$; $3,8 \cdot 10^{-2}$; $6,3 \cdot 10^{-2}$. Вычислите стандартное отклонение и доверительный интервал среднего значения (для $P = 0,95$).

Вариант 5.

1. Сколькими способами можно рассадить студентов в аудитории, если мест 34, а на лекции присутствует 30 человек?
2. У 60 плодов яблони сорт Антоновка обыкновенная были измерены (мм) диаметр плода «х» и диаметр сердечка «у»:

x	70	65	66	65	71	68	64	57	66	65	67	62	67	62	63	57	64	66	69	58
y	40	40	40	40	40	42	39	38	41	43	39	45	43	38	40	40	41	45	43	37
x	63	67	67	67	65	65	67	70	65	71	69	64	64	66	69	72	66	66	67	66
y	45	38	39	37	42	38	38	38	38	40	39	43	43	42	40	41	47	47	40	40
x	76	68	71	71	67	66	69	64	69	71	64	71	66	68	68	66	65	66	67	66
y	41	40	41	34	38	44	47	37	42	40	40	42	39	45	36	40	40	40	40	37

Постройте корреляционную решетку распределения этих признаков.

3. При анализе почв на содержание цинка в пяти пробах одного образца (2 анализа для каждой пробы) получены следующие результаты (%): 1) $8,5 \cdot 10^{-3}$; $9,2 \cdot 10^{-3}$; 2) $10,4 \cdot 10^{-3}$; $10,9 \cdot 10^{-3}$; 3) $7,2 \cdot 10^{-3}$; $7,3 \cdot 10^{-3}$; 4) $9,4 \cdot 10^{-3}$; $8,9 \cdot 10^{-3}$; 5) $7,3 \cdot 10^{-3}$; $6,7 \cdot 10^{-3}$. Вычислить стандартное отклонение в определении содержания цинка (для $P = 0,95$).

Вариант 6.

1. Сколькими способами можно разложить 7 образцов минералов по трём бьюксам?
2. У 60 плодов яблони сорт Антоновка обыкновенная были измерены (мм) диаметр плода (х) и диаметр сердечка (у):

x	70	65	66	65	71	68	64	57	66	65	67	62	67	62	63	57	64	66	69	58
y	40	40	40	40	40	42	39	38	41	43	39	45	43	38	40	40	41	45	43	37
x	63	67	67	67	65	65	67	70	65	71	69	64	64	66	69	72	66	66	67	66
y	45	38	39	37	42	38	38	38	38	40	39	43	43	42	40	41	47	47	40	40
x	76	68	71	71	67	66	69	64	69	71	64	71	66	68	68	66	65	66	67	66
y	41	40	41	34	38	44	47	37	42	40	40	42	39	45	36	40	40	40	40	37

Вычислите коэффициент корреляции. Оцените достоверность коэффициента корреляции.

3. При анализе апатита, входящего в состав зубной эмали получили следующие данные о содержании в нем P_2O_5 (%): 35,11; 35,14; 35,18; 35,21; 35,42. Установить, является ли последний результат грубым промахом.

Вариант 7.

1. У одного исследователя 6 дрозофил с красными глазами и полосатым телом, а у другого - 10. Сколькими способами можно обменять 3 дрозофилы одного из них на 3 дрозофилы другого?
2. У 60 плодов яблони сорт Антоновка обыкновенная были измерены (мм) диаметр плода (х) и диаметр сердечка (у):

x	70	65	66	65	71	68	64	57	66	65	67	62	67	62	63	57	64	66	69	58
y	40	40	40	40	40	42	39	38	41	43	39	45	43	38	40	40	41	45	43	37
x	63	67	67	67	65	65	67	70	65	71	69	64	64	66	69	72	66	66	67	66
y	45	38	39	37	42	38	38	38	38	40	39	43	43	42	40	41	47	47	40	40
x	76	68	71	71	67	66	69	64	69	71	64	71	66	68	68	66	65	66	67	66
y	41	40	41	34	38	44	47	37	42	40	40	42	39	45	36	40	40	40	40	37

Определите доверительный интервал коэффициента корреляции на 5% и 1% уровнях значимости.

- При исследовании раствора получили следующие значения pH: 5,48; 5,45; 5,30; 5,50; 5,55. Определите, является ли значение pH 5,30 грубой ошибкой.

Вариант 8.

- Исследователь посадил 2 семечка. Найдите вероятность того, что хотя бы из одного из них появится росток.
- Имеются данные по живой массе бычков при рождении (x) (кг) и последующей скорости роста (y) (г/сут.):

x	40	42	35	36	45	47	40	43	41	38
y	1000	900	850	950	920	950	810	870	930	870

Вычислите коэффициент корреляции. Оцените достоверность коэффициента корреляции.

- Содержание молибдена в почве по результатам трех параллельных определений составляет (%): $6,8 \cdot 10^{-4}$; $7,0 \cdot 10^{-4}$; $7,2 \cdot 10^{-4}$. Какова точность метода и оправдано ли применение этого способа анализа для достижения относительной погрешности 3%?

Вариант 9.

- В корзине 3 красных и 9 зеленых яблок. Из корзины наугад вынимают одно яблоко. Какова вероятность того, что вынутое яблоко оказалось зеленым?
- Имеются данные по живой массе бычков при рождении (x) (кг) и последующей скорости роста (y) (г/сут.):

x	40	42	35	36	45	47	40	43	41	38
y	1000	900	850	950	920	950	810	870	930	870

Определите доверительный интервал коэффициента корреляции на 5% и 1% уровнях значимости.

- Измерение pH буферного раствора выполняли с помощью двух разных pH-метров и получили результаты: 1) 3,70; 3,90; 4,12; 2) 4,20; 4,00; 4,15. Значимо ли различается точность данных приборов? Является ли значимым различие между среднеарифметическими величинами pH, полученными с помощью этих приборов?

Вариант 10.

- В лаборатории генной инженерии растение определённого сорта независимо выводят два ученых. Вероятность выведения сорта первым ученым равна 0,6. Вероятность выведения сорта с нужными признаками первым ученым равна 0,8. Найдите вероятность того, что сорт с нужными признаками вывел первый ученый.
- При измерении твердости образца по Роквеллу были получены следующие результаты:

97,0	98,7	99,9	99,5	97,1	99,5	92,0	100,6	99,7	98,0
98,5	99,5	99,7	99,5	99,0	98,5	99,5	98,8	98,5	99,1
96,6	97,2	101,7	97,2	98,2	97,5	97,7	99,0	99,0	97,5

Для этой группы данных найдите выборочное среднее, вероятную ошибку и выборочное среднее квадратическое отклонение.

3. При определении кадмия в образце печени мыши полярографическим и экстракционно-фотометрическим методами получили следующие результаты ($\% \cdot 10^{-3}$): 1) 1,25; 1,26; 1,28; 2) 1,10; 1,25; 1,35. Значимо ли различается точность использованных методов?

Вариант 11.

1. В термокамере находится 7 чашек Петри с *E. coli*, резистентными к ампициллину (A1), 5 – с резистентными к канамицину (A2), и 3 – с резистентными к неомицину (A3). Из термокамеры последовательно вынимают три чашки Петри. Найдите вероятность того, что первая, наугад вынутая чашка окажется из первой группы, вторая чашка – из второй и третья – из третьей группы.
2. Произведено 5 независимых равноточных измерений для определения заряда электрона. Опыты дали следующие результаты (в абсолютных электростатических единицах): $4,781 \cdot 10^{-10}$; $4,792 \cdot 10^{-10}$; $4,795 \cdot 10^{-10}$; $4,779 \cdot 10^{-10}$; $4,769 \cdot 10^{-10}$. Определить выборочную среднюю заряда электронов и найти доверительные границы при доверительной вероятности 99%, считая, что ошибки распределены по нормальному закону и измерения не имеют систематических ошибок
3. Используя метод наименьших квадратов, получить градуировочное уравнение по результатам полярографических измерений стандартных растворов меди(II):

Концентрация меди, мг/мл	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0
Высота полярографической волны, отн. ед.	4,00	9,00	17,50	26,25	35,00

Вариант 12.

1. В банке имеется 90 дрозофил «дикого типа» и 10 особей с мутацией меланогастер (белые глаза, желтое тело). Из банки наугад извлекают одну за другой две особи. «Появление особи «дикого типа» в первом случае» – событие А, «Появление особи «дикого типа» во втором случае» – событие В. Проверьте, зависимы или независимы события А и В.
2. Изучали высоту однолетних сеянцев (см) алычи, происходивших от 3-х материнских сортов и 15 отцовских:

Материнская форма	Отцовская форма	Высота сеянца			
А	1	92,5	93,5	95,0	89,5
	2	93,0	98,0	95,0	92,5
	3	94,0	91,0	93,0	92,0
	4	89,0	89,0	88,0	91,0
	5	93,0	91,0	94,0	90,0
В	6	91,5	95,0	91,0	91,0
	7	92,0	95,5	95,5	92,5
	8	95,5	90,5	94,5	92,5
	9	88,5	91,0	91,5	96,5
	10	93,5	94,0	91,0	93,0
С	11	96,0	95,0	89,0	95,0
	12	94,0	96,0	93,5	97,0
	13	94,5	100,0	95,0	96,0
	14	92,5	93,0	93,0	92,5
	15	91,0	94,0	99,0	94,5

Влияет ли материнская и отцовская родительские формы на изменчивость высоты сеянцев алычи?

3. Используя метод наименьших квадратов, рассчитать параметры уравнения градуировочного графика и их доверительный интервал, если относительные оптические плотности стандартных растворов, содержащих P_2O_5 (мг/мл): 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08, равны соответственно: 0,21; 0,31; 0,40; 0,50; 0,60. Раствор сравнения содержит 0,02 мг/мл P_2O_5 .

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Предмет и задачи математической статистики.
2. Какие события называются достоверными, невозможными, случайными?
3. Какие события называются совместными, несовместными, равновероятными?
4. Как обозначают и в каких случаях используют классическое и геометрическое определение вероятности?
5. Основные свойства вероятности.
6. Какие комбинации называются перестановками, размещениями, сочетаниями? Обозначение и вычисление.
7. Формула Бернулли.
8. Понятие систематической, грубой и случайной ошибки.
9. Дайте определения выборочной средней, выборочной дисперсии, выборочного среднеквадратического отклонения.
10. Понятие генеральной и выборочной совокупности.
11. Охарактеризуйте основные этапы проверки статистических гипотез.
12. Определение начальных и центральных моментов, коэффициента корреляции. Связь между понятиями корреляции, зависимости и независимости случайных величин.
13. Охарактеризуйте сущность выборочного метода в математической статистике.
14. Числовые характеристики непрерывных случайных величин.
15. Статистические сравнения; критерии достоверности различий между выборками: (t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера).
16. Корреляция, регрессия и их использование.
17. Кластерный анализ.
18. Моделирование биологических процессов. Классификация моделей.
19. Решение задач линейного программирования с помощью MS Excel.

Примерные темы рефератов

1. Модели, характеризующие рост популяций.
2. Оценка плотности населения и численности и плотности видов.
3. Исследование связи отдельных видов с типами местообитания.
4. Прикладное программное обеспечение для построения дендрограмм.
5. Возможности использования MS Excel для обработки данных в биологии и медицине.
6. Программное обеспечение для статистического анализа биомедицинских данных.
7. История возникновения и развития биометрии.
8. Статистика медико-демографических процессов.
9. Статистика заболеваемости населения.
10. История статистики в медицине.

Примерные темы докладов

1. Основные понятия и определения математической статистики.
2. Определения и основные свойства вероятности.
3. Вероятность суммы событий.
4. Условная вероятность. Зависимые и независимые события.
5. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
6. Понятие об аксиоматическом построении теории вероятности.

7. Последовательность независимых испытаний. Формула Бернулли.
8. Закон распределения случайной величины. Функция распределения вероятностей.
9. Различные виды распределения случайной величины: биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение.
10. Специальные распределения (Пирсона, Стьюдента, Фишера).
11. Дайте определения систематической, грубой и случайной ошибки.
12. Основные понятия выборочного метода
13. Выборочное распределение и его характеристики.
14. Графический метод представления статистических
15. Построение доверительных интервалов для математического ожидания
16. Ошибка выборки. Оптимальная численность выборки.
17. Основные понятия дисперсионного анализа.

Примерные темы презентаций

1. Понятие об аксиоматическом построении теории вероятности.
2. Последовательность независимых испытаний. Формула Бернулли.
3. Закон распределения случайной величины. Функция распределения вероятностей.
4. Различные виды распределения случайной величины: биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение.
5. Специальные распределения (Пирсона, Стьюдента, Фишера).
6. Дайте определения систематической, грубой и случайной ошибки.
7. Основные понятия выборочного метода
8. Выборочное распределение и его характеристики.
9. Графический метод представления статистических
10. Построение доверительных интервалов для математического ожидания
11. Ошибка выборки. Оптимальная численность выборки.
12. Основные понятия дисперсионного анализа.
13. Основные понятия и определения математической статистики.
14. Определения и основные свойства вероятности.
15. Вероятность суммы событий.
16. Условная вероятность. Зависимые и независимые события.
17. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

Примерные задания для подготовки к тестированию:

Тест 1.

1. Статистика как наука изучает:
 - а) единичные явления
 - б) массовые явления;
 - в) периодические события
 - г) систематически повторяющиеся события
2. Статистика зародилась и оформилась как самостоятельная учебная дисциплина:
 - а) до новой эры, в Китае и Древнем Риме
 - б) в 17-18 веках, в Европе
 - в) в 20 веке, в России
 - д) в 19 веке в США
3. Статистическая совокупность – это:
 - а) множество изучаемых разнородных объектов

- б) множество единиц изучаемого явления
 - в) группа зафиксированных случайных событий
 - г) совокупность любых экспериментальных данных
4. Статистический показатель дает оценку свойства изучаемого явления:
- а) количественную
 - б) качественную
 - в) количественную, и в отдельных случаях, качественную
 - г) количественную и качественную
5. Статистическое наблюдение – это:
- а) научная организация регистрации информации;
 - б) оценка и регистрация признаков изучаемой совокупности;
 - в) работа по сбору массовых первичных данных;
 - г) обширная программа статистических исследований.
6. Видами статистического наблюдения по времени регистрации являются:
- а) текущее, б) единовременное; в) выборочное; г) периодическое; д) сплошное
 - а) только а
 - б) а, б, г
 - в) б, г, д
 - г) а, в, д
7. Статистические показатели могут характеризовать:
- а) объемы изучаемых процессов
 - б) уровни развития изучаемых явлений
 - в) соотношение между элементами явлений
 - г) а, б, в
8. Укажите показатели вариации
- а) мода и медиана
 - б) сигма и дисперсия
 - в) темп роста и прироста
 - г) мода и интервал
9. Среднеквадратическое отклонение характеризует
- а) взаимосвязь данных
 - б) разброс данных
 - в) динамику данных
 - г) точность данных
10. Выборка может быть: а) случайная, б) механическая, в) типическая г)серийная, д) техническая
- а) а, б, в
 - б) а, б, в, д
 - в) б, в, г, д
 - г) а, б, в, г

Тест 2.

1. Термин «статистика» происходит от слова:
- а) статика
 - б) статный
 - в) статус
 - г) статист
2. Статистика изучает явления и процессы посредством изучения:
- а) определенной информации
 - б) статистических показателей
 - в) признаков различных явлений
3. Основными задачами статистики на современном этапе являются:

- а) исследование преобразований экономических и социальных процессов в обществе; б) анализ и прогнозирование тенденций развития экономики; в) регламентация и планирование хозяйственных процессов;
- а) а, в
 - б) а, б
 - в) б, в
 - г) только а
4. Закон больших чисел утверждает, что:
- а) чем больше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем лучше проявляется общая закономерность
 - б) чем больше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем хуже проявляется общая закономерность
 - в) чем меньше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем лучше проявляется общая закономерность
 - г) общая закономерность проявляется одинаково отчетливо для больших и малых выборок.
5. Назовите виды статистического наблюдения по степени охвата единиц совокупности:
- а) анкета
 - б) непосредственное
 - в) *сплошное*
 - г) текущее
6. Назовите основные виды ошибок регистрации: а) случайные; б) систематические; в) ошибки репрезентативности; г) расчетные
- а) а
 - б) а, б
 - в) а, б, в
 - г) а, б, в, г
7. Статистический показатель - это
- а) размер изучаемого явления в натуральных единицах измерения
 - б) *количественная характеристика свойств в единстве с их качественной определенностью*
 - в) результат измерения свойств изучаемого объекта
 - г) результат метрологического изучения характеристик объекта
8. Что понимается в статистике под термином «вариация показателя»?
- а) *изменение величины показателя*
 - б) изменение названия показателя
 - в) изменение размерности показателя
 - г) изменение единиц измерения показателя
9. Показатель дисперсии - это:
- а) квадрат среднего отклонения
 - б) *средний квадрат отклонений*
 - в) отклонение среднего квадрата
 - г) корень квадратный из отклонения
10. Выборочный метод в статистических исследованиях используется для:
- а) *экономии времени и снижения затрат на проведение статистического исследования*
 - б) повышения точности прогноза
 - в) анализа факторов взаимосвязи
 - г) повышения точности данных

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Освоение дисциплины предусматривает следующие формы текущего контроля: доклад, презентацию, реферат, индивидуальное задание, тестирование.

Требования к оформлению и выполнению всех предусмотренных критериев оценивания и форм отчетности отражены в методических рекомендациях.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 80 баллов.

Максимальная сумма баллов, которые может получить студент на зачете – 20 баллов.

Максимальная сумма баллов студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов.

Формой промежуточной аттестации является зачет, который проходит в форме устного собеседования по вопросам.

На зачете обучающийся должен давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров.

Шкала оценивания ответа на зачете

Критерии оценивания	Балл
Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений.	20
Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	16
Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	10
Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	0

Итоговая шкала оценивания по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы на промежуточной аттестации.

Баллы, полученные магистрантами в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
81-100	зачтено
61-80	зачтено
41-60	зачтено
0-40	Не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература:

1. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Юрайт, 2022. — 207 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/492334>
2. Стефанов, В.Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. - М. : Юрайт, 2019. - 252с. – Текст: непосредственный

6.2. Дополнительная литература:

1. Анализ данных : учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]. — Москва : Юрайт, 2023. — 490 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/511020>
2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 164 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/515268>
3. Катмаков, П. С. Биометрия : учебное пособие для вузов / П. С. Катмаков, В. П. Гавриленко, А. В. Бушов . — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 186 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/509561>
4. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 136с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/495895>
5. Ризниченко, Г. Ю. Динамика популяций : учебное пособие для вузов . — Москва : Юрайт, 2023. — 46 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/520444>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.biometrica.tomsk.ru/index.htm> – Статистика в медицине и биологии
2. <http://www.biometrics.ru> – Российский биометрический портал
3. <http://statsoft.ru> – STATISTICA: анализ данных, контроль качества, прогнозирование, обучение

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных:

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду университета;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.