

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
Президиумом ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Анализ и обработка данных
экологических исследований
(спецсеминар)**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

05.03.06 Экология и природопользование

Профиль подготовки

Экология

Квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Нижний Новгород
2021

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Анализ и обработка данных экологических исследований (спецсеминар)» относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. Дисциплина обязательна для освоения студентами в 8 семестре.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Анализ и обработка данных экологических исследований (спецсеминар)», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин «Математика», «Информатика», «Математические методы в экологии», «Планирование эксперимента».

К моменту изучения дисциплины студенты владеют теоретическими основами базовых математических дисциплин, у студентов присутствуют устойчивые навыки применения математических методов для решения прикладных задач, навыки работы в специализированных программных продуктах.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов практических навыков по выбору и реализации методов статистической обработки данных, наилучшим образом подходящих для исследований различного рода;
- освоение основных статистических методов оценивания характеристик данных экологических исследований;
- формирование навыков представления результатов количественного анализа данных.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2: владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (Базовый, Завершающий этап)	З1 (ОПК-2): Знать основные понятия и термины, обозначающие сущность практически используемых статистических методов. У1 (ОПК-2): Уметь применять методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований. В1 (ОПК-2): Владеть средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных.

<p>ПК-15: владением знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов (Базовый этап)</p>	<p>31 (ПК-15): Знать принципы применения теории вероятностей и математической статистики для описания данных экологических исследований и мониторинга. У1 (ПК-15): Уметь применять методы описания, статистического анализа и визуализации данных экологических исследований и мониторинга. В1 (ПК-15): Владеть компьютерными средствами для подготовки, хранения и анализа данных экологических исследований и мониторинга.</p>
---	---

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 21 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов занятия практического типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 51 час составляет самостоятельная работа обучающегося.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Описательная статистика и визуализация данных	8		2		2	5
Тема 2. Основы бутстреп-анализа	14		4		4	10
Тема 3. Статистические критерии при анализе одномерных величин	8		2		2	6
Тема 4. Многофакторные схемы анализа	14		4		4	10
Тема 5. Проблема множественных сравнений	14		4		4	10
Тема 6. Многомерный анализ данных	14		4		4	10
В т.ч. текущий контроль	1					
Промежуточная аттестация – Зачет						

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме занятий семинарского типа, на которых применяются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные технологии: *семинары* (эвристическая беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений, проектов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы), *практические занятия* (освоение

- конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму);
2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: *семинары-дискуссии* (коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе).

На семинарских занятиях изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения тем учебной программы. Особенностью семинаров является ориентация на конкретные данные исследований, проводимых студентами в рамках научно-исследовательской деятельности и подготовки квалификационной работы. В ходе семинаров проводится обсуждение теоретических аспектов различных методов обработки данных и их анализа, а также конкретных исследований, выполненных студентами, и их результатов.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение практических подходов к анализу и обработке данных экологических исследований.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестам (примеры заданий см. в п. 6.4);
- подготовка к собеседованию (вопросы см. в п. 6.4);
- подготовка к решению задач (примеры заданий см. в п. 6.4);
- подготовка доклада;
- подготовка к зачету.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-2: владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «**Экология и природопользование**».

Этап формирования – базовый, завершающий.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	Не зачтено		Зачтено				
Знания Знать основные понятия и термины, обозначающие сущность практически используемых статистических методов.	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
Умения Уметь применять	Полное отсутствие	Отсутствие умения	Умение применять	Умение применять	Умение применять	Умение применять	Умение применять

методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований.	умения применять методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований	применять методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований	методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований при наличии негрубых ошибок	методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований при наличии заметных погрешностей	методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований при наличии незначительных погрешностей	методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований без ошибок и погрешностей	методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований, способность самостоятельно предлагать модификации и средств визуализации
<u>Навыки</u> Владеть средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных.	Полное отсутствие навыков владения средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных	Отсутствие навыков владения средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных	Наличие минимальных навыков владения средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных	Посредственное владение средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных	Достаточное владение средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных	Хорошее владение средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных	Всестороннее владение средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ПК-15: владением знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов.

Профессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Этап формирования – базовый, завершающий.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u> Знать принципы применения теории вероятностей и математической статистики для описания данных экологических исследований и мониторинга.	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Уметь применять	Полное отсутствие	Отсутствие умения	Умение применять	Умение применять	Умение применять	Умение применять	Умение применять

методы описания, статистического анализа и визуализации данных экологических исследований и мониторинга	умения применять методы описания, анализа и визуализации и экологических данных	применять методы описания, анализа и визуализации экологических данных	методы описания, анализа и визуализации и экологических данных при наличии негрубых ошибок	методы описания, анализа и визуализации и экологических данных при наличии заметных погрешностей	методы описания, анализа и визуализации экологических данных при наличии незначительных погрешностей	методы описания, анализа и визуализации экологических данных без ошибок и погрешностей	методы описания, анализа и визуализации экологических данных, способность самостоятельно модифицировать инструменты анализа и визуализации данных
<u>Навыки</u> <i>Владеть</i> компьютерными средствами для подготовки, хранения и анализа данных экологических исследований и мониторинга	Полное отсутствие навыков работы со средствами для подготовки, хранения и анализа экологических данных	Отсутствие навыков работы со средствами и для подготовки, хранения и анализа экологических данных	Наличие минимальных навыков работы со средствами для подготовки, хранения и анализа экологических данных	Посредственное владение навыками работы со средствами для подготовки, хранения и анализа экологических данных	Достаточное владение навыками работы со средствами и для подготовки, хранения и анализа экологических данных	Хорошее владение навыками работы со средствами и для подготовки, хранения и анализа экологических данных	Всестороннее владение навыками работы со средствами и для подготовки, хранения и анализа экологических данных
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Критерии оценивания ответа на зачете

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает хорошее владение теоретическим материалом. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя.

	Выступление с докладом на семинаре на достаточном уровне.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя. Выступление с докладом на семинаре на недостаточном уровне, либо доклад не представлен.

Критерии оценивания тестов

Тестовые задания оцениваются по пятибалльной системе в зависимости от доли правильных ответов или правильно выполненных контрольных заданий:

- «отлично»: 80–100% правильных ответов;
- «хорошо»: 65–80% правильных ответов;
- «удовлетворительно»: 50–65% правильных ответов;
- «неудовлетворительно» – 25–50% правильных ответов;
- «плохо» – менее 25% правильных ответов.

Критерии оценивания расчетно-графических заданий

Расчетно-графические задания состоят из нескольких задач, подразумевающих определенную последовательность действий. Расчетно-графические задания оцениваются по альтернативной шкале в зависимости от доли верно выполненных задач:

- «зачтено»: 50–100% правильно выполненных задач;
- «не зачтено»: менее 50% правильно выполненных задач.

Критерии оценивания ответа на собеседовании

Собеседование проводится для оценки знаний студентами теоретического материала, способности логически верно и аргументировано излагать материал, умения анализировать факты и проблемные аспекты по теме. Применяется альтернативная шкала:

• «зачтено»: студент демонстрирует знание материала по разделу, основанное на знакомстве с обязательной литературой и современными публикациями, дает логичные, аргументированные ответы на поставленные вопросы; допускаются незначительные неточности в ответах;

• «не зачтено»: имеются существенные пробелы в знании основного материала по разделу, допущены принципиальные ошибки при изложении материала.

Критерии оценивания выступления с докладом

Доклады заслушиваются в целях оценки усвоения теоретического материала, умения логически верно излагать материал, умения создавать содержательную презентацию, умения комплексно анализировать материал, способности иллюстрировать материал, умения работать с информационными ресурсами. Применяется пятибалльная шкала:

• «отлично» — доклад содержит полную информацию по представляемой теме, основанную на обязательных литературных источниках и современных публикациях; выступление сопровождается качественным демонстрационным материалом (слайд-презентация, раздаточный материал); студент свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал; свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории; точно укладывается в рамки регламента;

• «хорошо» – представленная тема раскрыта, однако доклад содержит неполную информацию по представляемой теме; выступление сопровождается демонстрационным материалом (слайд-презентация, раздаточный материал); выступающий ясно и грамотно излагает материал; аргументировано отвечает на вопросы и замечания аудитории, однако выступающим допущены незначительные ошибки в изложении материала и ответах на вопросы;

- «удовлетворительно» – выступающий демонстрирует поверхностные знания по выбранной теме, имеет затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса; отсутствует сопроводительный демонстрационный материал;
- «неудовлетворительно» – доклад имеет существенные пробелы по представленной тематике, основан на недостоверной информации; выступающим допущены принципиальные ошибки при изложении материала;
- «плохо» – доклад не подготовлен.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

Текущий контроль успеваемости предусматривает систематический мониторинг качества получаемых студентами знаний и практических умений по всем разделам учебного плана, а также результатов самостоятельной работы над изучаемой дисциплиной

Промежуточная аттестация по результатам работы студента в текущем периоде проходит в форме зачета.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование;
- собеседование.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- оценка выступления с докладом, которое подразумевает презентацию выполненного анализа данных собственного исследования;
- расчетно-графические задания.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Вопросы промежуточного контроля (зачет):

1. Числовые характеристики выборки: меры положения и разброса, частоты и доли.
2. Средства визуализации данных: гистограмма и диаграмма размахов.
3. Перевыборка как способ получения устойчивых оценок.
4. Методы бутстреп-оценки.
5. Сравнение выборочной доли с эталонным значением.
6. Сравнение выборочных долей.
7. Сравнение выборочного распределения с теоретическим.
8. Анализ зависимости двух качественных переменных.
9. Анализ качественных переменных без использования аппроксимаций.
10. Критерий Стьюдента: сравнение средних двух выборок.
11. Критерий Фишера: сравнение дисперсий двух выборок.
12. Доверительные интервалы для среднего и стандартного отклонения.
13. Критерии Уилкоксона и Манна-Уитни.
14. Регрессионный анализ: предположения, метод наименьших квадратов.
15. Регрессионный анализ: оценка разброса вокруг линии регрессии, доверительная область.
16. Коэффициент корреляции, его свойства, определение значимости.
17. Соотношение между регрессионным и корреляционным анализом.

18. Непараметрические коэффициенты корреляции, их значимость.
19. Однофакторный дисперсионный анализ.
20. Критерий Крускала-Уоллиса.
21. Многофакторный дисперсионный анализ.
22. Взаимодействие в многофакторном дисперсионном анализе.
23. Проблема множественных сравнений.
24. Множественные сравнения с контрольной группой.
25. Множественные сравнения с учетом зависимости данных.
26. Многомерный дисперсионный анализ.
27. Анализ комплекса признаков.
28. Множественная регрессия.
29. Анализ главных компонент.
30. Линейный дискриминантный анализ.

Примеры тестовых заданий для оценки знаний по компетенции «ОПК-2»:

1. Аналитик это ...
 - а) специалист в области анализа и моделирования;
 - б) специалист в предметной области;
 - в) человек, решающий определенные задачи;
 - г) человек, который имеет опыт в программировании.
2. Эксперт это ...
 - а) специалист в области анализа и моделирования;
 - б) специалист в предметной области;
 - в) человек, решающий определенные задачи;
 - г) человек, который имеет опыт в программировании.
3. Задача классификации сводится к ...
 - а) нахождению частых зависимостей между объектами или событиями;
 - б) определению класса объекта по его характеристикам;
 - в) определению по известным характеристикам объекта значения некоторого его параметра;
 - г) поиску независимых групп и их характеристик во всем множестве анализируемых данных.
4. Задача регрессии сводится к ...
 - а) нахождению частых зависимостей между объектами или событиями;
 - б) определению класса объекта по его характеристикам;
 - в) определению по известным характеристикам объекта значения некоторого его параметра;
 - г) поиску независимых групп и их характеристик во всем множестве анализируемых данных.
5. Задача кластеризации заключается в ...
 - а) нахождении частых зависимостей между объектами или событиями;
 - б) определении класса объекта по его характеристикам;
 - в) определении по известным характеристикам объекта значения некоторого его параметра;
 - г) поиске независимых групп и их характеристик во всем множестве анализируемых данных.
6. Целью поиска ассоциативных правил является ...
 - а) нахождение частых зависимостей между объектами или событиями;
 - б) определение класса объекта по его характеристикам;
 - в) определение по известным характеристикам объекта значения некоторого его параметра;
 - г) поиск независимых групп и их характеристик во всем множестве анализируемых данных.
7. К предполагаемым моделям относятся следующие модели данных:

- а) модели классификации и последовательностей;
- б) регрессивные, кластеризации, исключений, итоговые и ассоциации;
- в) классификации, кластеризации, исключений, итоговые и ассоциации;
- г) модели классификации, последовательностей и исключений.

Темы докладов для оценки умений и владений по компетенции «ОПК-2»:

темы докладов формируются на основе конкретных статистических методов, которые необходимо применить для обработки результатов научно-исследовательского проекта, выполняемого конкретным студентом, темы согласовываются с преподавателем в индивидуальном порядке.

Вопросы для собеседования для оценки знаний по компетенции «ПК-15»:

1. Что понимается под распределением данных и каковы его основные числовые характеристики?
2. В каких ситуациях более оправдано использование квартилей для описания выборки по сравнению со средним и стандартным отклонением?
3. Каким образом строится и интерпретируется гистограмма распределения?
4. Каким образом строится и интерпретируется диаграмма размахов?
5. Что такое перевыборка и как она используется для получения устойчивых оценок?
6. В чем заключаются преимущества и недостатки бустреп-оценок по сравнению с традиционными интервальными оценками?
7. Каким образом осуществляется сравнение выборочной доли с эталонным значением?
8. Каким образом осуществляется сравнение двух выборочных долей?
9. В чем заключаются особенности сравнения выборочных долей в случае односторонней гипотезы?
10. Каким образом осуществляется сравнение выборочного распределения категориальной переменной с теоретическим?
11. Каким образом осуществляется сравнение выборочного распределения непрерывной переменной с нормальным распределением?
12. Как анализируется зависимость между двумя категориальными переменными?
13. Какие условия должны выполняться для использования нормального распределения при анализе категориальных данных?
14. Какие методы применяются для анализа категориальных данных без использования аппроксимации нормальным распределением?
15. Какие модификации критерия Стьюдента применяются для сравнения двух выборочных средних?
16. В каких случаях необходимо сравнение выборочных дисперсий и как оно осуществляется?
17. При каких условиях и каким образом строятся доверительные интервалы для среднего?
18. При каких условиях и каким образом строятся доверительные интервалы для стандартного отклонения?
19. В чем заключаются преимущества и недостатки ранговых критериев по сравнению с параметрическими методами?
20. Как применяются критерии Уилкоксона и Манна-Уитни и в чем заключается отличие между ними?
21. Какова цель регрессионного анализа и какие предположения лежат в его основе?
22. Что такое регрессионная модель и как оцениваются ее коэффициенты?
23. Какие числовые характеристики описывают качество регрессионной модели?
24. Какие виды доверительных интервалов используются при анализе регрессионной модели?
25. Как рассчитывается и анализируется коэффициент корреляции?

26. Как связаны между собой результаты регрессионного и корреляционного анализа?
27. На чем основаны непараметрические коэффициенты корреляции и в каких ситуациях они применяются?
28. В каких ситуациях применяется однофакторный дисперсионный анализ?
29. Какие числовые характеристики рассчитываются в ходе дисперсионного анализа?
30. Какие предположения лежат в основе дисперсионного анализа и как они проверяются?
31. Какие предположения лежат в основе критерия Крускала-Уоллиса и как он применяется?
32. Из каких компонентов состоит модель многофакторного дисперсионного анализа?
33. Каким образом компонуются данные при многофакторном дисперсионном анализе?
34. Что понимается под эффектом взаимодействия факторов?
35. При каких условиях возможна проверка гипотез о взаимодействии факторов?
36. Каким образом зависит вероятность ошибки первого рода при проведении нескольких сравнений на основе одних и тех же данных?
37. Какие виды поправок применяются для учета эффекта множественных сравнений?
38. Какие специальные критерии применяются для учета эффекта множественных сравнений?
39. В чем заключаются особенности реализации множественных сравнений с контрольной группой?
40. Как осуществляются множественные сравнения с учетом зависимости данных?
41. Какие методы множественных сравнений являются наиболее мощными?
42. Какие гипотезы проверяются в ходе многомерного дисперсионного анализа?
43. Какие предположения лежат в основе параметрического дисперсионного анализа и как они проверяются?
44. Как осуществляется многомерный дисперсионный анализ в случае несоответствия параметрическим предположениям?
45. В чем заключаются особенности корреляционного анализа комплекса признаков?
46. Каковы компоненты модели множественного регрессионного анализа и как они оцениваются?
47. Какие предположения лежат в основе множественного регрессионного анализа и как они проверяются?
48. В каких ситуациях применяется анализ главных компонент и каковы его основные цели?
49. На основе каких принципов формируются главные компоненты и что они из себя представляют?
50. Как используются главные компоненты для ординации объектов исследования?
51. Какова основная цель линейного дискриминантного анализа и какие предположения лежат в его основе?
52. На основе каких принципов формируются линейные дискриминанты и что они из себя представляют?
53. В чем заключается принципиальное отличие между линейными дискриминантами и главными компонентами?
54. Что такое классификационная функция и как она применяется?
55. Что такое апостериорная классификация объектов и для чего она нужна?
56. На каких принципах основана процедура скользящего контроля?

Примеры типовых заданий для выполнения расчетно-графических работ для оценки умений и владений по компетенции «ПК-15»:

Задания для расчетно-графических работ генерируются автоматически по шаблону и являются уникальными. Задания, которые будут предложены студентам, будут

соответствовать представленным ниже по общей структуре, но будут отличаться от них конкретными числовыми данными и некоторыми другими деталями.

Расчетно-графическая работа 1:

1. В результате измерения веса особей в популяции млекопитающих получены следующие данные:

```
## (8.48, 11.05, 10.36, 12.06, 9.76, 8.48, 8.11, 8.04, 8.54, 10.67, 7.53,
9.01, 10.01, 7.18, 7.56, 9.19, 9.28, 10.07, 9.04, 9.56, 5.82, 8.5, 10.15,
10.03, 8.97, 8.95, 9.66, 8.84, 9.6, 9.94, 9.98, 8.44, 10.57, 10.85, 8.59,
7.9, 9.63, 7.94, 8.17, 7.87, 10.18, 9.08, 11.03, 10.31)
```

Рассчитайте среднее, стандартное отклонение, ошибку среднего, а также 94-ный доверительный интервал для среднего.

2. В трудах конференции приведен 90-ный доверительный интервал для среднего значения концентрации калия в крови озерных лягушек, построенный по выборке из 24 значений: (9.74, 10.25). Исходя из предположения о нормальном распределении данных, рассчитайте выборочное среднее и стандартное отклонение.

3. Тель-Авив известен как "город, который никогда не спит". 26 жителей поучаствовали в исследовании длительности сна. Получены следующие данные (время сна в минутах):

```
## (495, 515, 510, 470, 510, 645, 365, 485, 500, 485, 570, 315, 465, 505,
340, 455, 650, 615, 465, 485, 480, 485, 375, 430, 520, 500)
```

Дают ли эти данные основание говорить о том, что типичный житель города Тель-Авив спит менее чем 8 часов в день? В комментарии к коду обязательно укажите использованный метод, значение критериальной статистики, соответствующее р-значение и сформулируйте итоговый вывод.

4. В наборе данных `oscar` пакета `openintro` представлены данные об обладателях премии Оскар лучшему актеру и актрисе за период с 1929 по 2012 год. Среди представленных данных: `gender` - пол, `age` - возраст на момент получения премии, `birth_pl` - место рождения. Выберите в новый фрейм данные о лауреатах, которые родились за пределами Нью Йорка. Отличается ли средний возраст актеров и актрис в полученной выборке? В комментарии к коду обязательно укажите использованный метод, значение критериальной статистики, соответствующее р-значение и сформулируйте итоговый вывод.
5. Для сравнения стоимости потребительской корзины в сетях магазинов «Магнит» и «Перекресток» исследователи выбрали 15 продуктов и зафиксировали их марки. Стоимость продуктов представлена ниже:

##	Перекресток	Магнит
## Продукт 1	100	104
## Продукт 2	59	67
## Продукт 3	192	192
## Продукт 4	85	92
## Продукт 5	35	42
## Продукт 6	107	102
## Продукт 7	87	86
## Продукт 8	188	182
## Продукт 9	139	138
## Продукт 10	118	117
## Продукт 11	69	75
## Продукт 12	65	65
## Продукт 13	62	51

## Продукт 14	112	103
## Продукт 15	49	51

Рассчитайте среднюю стоимость потребительской корзины в двух сетях. Постройте параллельные диаграммы размахов стоимости продуктов в двух сетях. Отличается ли средняя стоимость продуктов представленной выборки между двумя сетями, и если отличается - в какой сети стоимость выше? В комментариях к коду обязательно укажите использованный метод, значение критерияльной статистики, соответствующее р-значение и сформулируйте итоговый вывод.

Расчетно-графическая работа 2:

На 5 пробных площадях с разным типом почвы (А-Е) выращивали растения. В конце эксперимента измерили высоту всех выращенных растений. Полученные данные приведены в файле hw2.surname.data.xlsx.

1. Загрузите данные в R любым способом (при использовании вспомогательных файлов, приложите их к решению). Данные необходимо сформировать в виде фрейма из двух переменных - высота растений (количественная переменная), тип почвы (группирующая текстовая переменная либо фактор). Имена фрейма и переменных должны быть осмысленными.
2. Рассчитайте средние значения, стандартные отклонения и доверительные интервалы для средней высоты растений на площадках с разным типом почвы.
3. Постройте параллельные диаграммы размахов высоты растений для разных типов почвы. Отдельные диаграммы должны быть залиты, причем диаграмма для почвы с максимальной средней высотой растений должна быть красной, а для почвы с минимальной средней высотой - желтой.
4. Сформируйте модель дисперсионного анализа зависимости высоты растений от типа почвы.
5. Проанализируйте характер распределения остатков. Постройте гистограмму их распределения, примените три критерия согласия. В комментариях приведите р-значения и сделайте итоговый вывод.
6. Проведите анализ гомогенности дисперсии высоты растений на площадках с разным типом почвы. В комментариях приведите название процедуры, р-значение и сделайте вывод.
7. Выберите наиболее подходящую процедуру для анализа зависимости высоты растений от типа почвы. Проведите анализ. В комментариях приведите название процедуры, р-значение и сделайте вывод.
8. В случае выявления значимых отличий между высотой растений, выращенных на почве разного типа, проведите попарные сравнения для выявления конкретных типов почвы, отличия между которыми статистически значимы. Используйте процедуру с применением поправки Холма. В комментариях укажите пары типов почвы, отличия между которыми статистически значимы.
9. Проведите попарные сравнения с применением пошаговой процедуры Вестфолла. В комментариях укажите, для каких дополнительных пар типов почвы выявлены статистически значимые отличия по сравнению с процедурой на основе поправки Холма.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Мхитарян В.С. Анализ данных. – М.: Юрайт, 2020. – 490 с. – Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/CC38E97A-CCE5-4470-90F1-3B6D35ACC0B4>
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для бакалавров. – М.: Юрайт, 2020. – 479 с. – Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/535E35F5-83AD-48A3-833E-DE002FC2268A>

б) дополнительная литература:

1. Энатская Н.Ю. Математическая статистика и случайные процессы. – М.: Юрайт, 2020. – 201 с. – Доступна на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/441424E0-15B0-4C84-8733-B4D5BE9DF7F4>
2. Трухачёва Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – Доступна на ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425671.html>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.r-project.org/> – R Project: The R Project for Statistical Computing – язык программирования и среда разработки для статистических вычислений.
2. <http://cran.r-project.org/> – CRAN: The Comprehensive R Archive – архив пакетов для расширения языка программирования R.
3. <http://www.rstudio.com/> – R Studio – среда разработки для языка программирования R.
4. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/> – электронный учебник по статистике и планированию эксперимента.
5. <http://r-analytics.blogspot.ru/> – R: Анализ и визуализация данных.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 05.03.03 Экология и природопользование.

Автор _____ д.б.н., доц. каф. экологии Якимов В.Н.

Рецензент (ы) _____ к.б.н., доцент Зрянин В.А.

Заведующий кафедрой экологии _____ д.б.н., проф. Гелашвили Д.Б.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института биологии и биомедицины от 6 декабря 2021, протокол № 3.