

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Анализ и обработка данных экологических исследований (спецсеминар)

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

05.03.06 - Экология и природопользование

Направленность образовательной программы

Информационные технологии в экологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.23 Анализ и обработка данных экологических исследований (спецсеминар) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-20-э: Способен излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования	<p>ПК-20-э.1: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы экологии и природопользования <p>ПК-20-э.2: Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - излагать базовую информацию в области экологии и природопользования. <p>ПК-20-э.3: Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками критического анализа информации в области экологии и природопользования. 	<p>ПК-20-э.1:</p> <p>Знает основные понятия и термины, обозначающие сущность практически используемых статистических методов.</p> <p>ПК-20-э.2:</p> <p>Умеет применять методы математической статистики для решения основных задач анализа и обработки данных экологических исследований.</p> <p>ПК-20-э.3:</p> <p>Владеет средствами вычислительной техники и прикладным программным обеспечением для статистического анализа данных.</p>	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-21-э: Владеет методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации	<p>ПК-21-э.1: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования <p>ПК-21-э.2: Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методы анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации <p>ПК-21-э.3: Владеет:</p>	<p>ПК-21-э.1:</p> <p>Знает принципы применения методов геоэкологического картографирования для описания данных экологических исследований и мониторинга.</p> <p>ПК-21-э.2:</p> <p>Умеет применять методы описания, статистического анализа и визуализации данных</p>	Доклад	Зачёт: Контрольные вопросы

	- методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации.	экологических исследований и мониторинга. ПК-21-э.3: Владеет компьютерными средствами для подготовки, хранения и анализа данных экологических исследований и мониторинга.		
ПК-4-ит: Способен проводить исследование и описание процессов принятия решений в конкретной предметной (проблемной) области с применением современных информационных технологий, в том числе основанных на моделях и методах искусственного интеллекта	ПК-4-ит.1: Демонстрирует знание современных моделей и методов интеллектуальной поддержки процессов принятия решений. ПК-4-ит.2: Демонстрирует умение применять системный подход к исследованию и описанию предметной (проблемной) области, формированию требований к ИС (ИИС) с учетом возможностей интеллектуальных технологий. ПК-4-ит.3: Имеет практический опыт исследования и описания конкретной предметной области, разработки технического задания, эскизного и технического проектов ИС (ИИС).	ПК-4-ит.1: Знает современные методы информационных технологий для проведения статистического анализа ПК-4-ит.2: Умеет применять современные методы информационных технологий для проведения статистического анализа ПК-4-ит.3: Владеет навыками применения современных методов информационных технологий для проведения статистического анализа	Расчетно-графическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-5-ит: Способен проектировать интеллектуальные ИС (ИИС) по видам обеспечения	ПК-5-ит.1: Демонстрирует знание современных технологий проектирования ИИС. ПК-5-ит.2: Демонстрирует умение проектировать архитектуру ИИС по видам обеспечения. ПК-5-ит.3: Имеет практический опыт проектирования конкретной ИИС по видам обеспечения.	ПК-5-ит.1: Знает процедуру корреляционного и регрессионного анализа ПК-5-ит.2: Умеет проводить корреляционный и регрессионный анализ в R ПК-5-ит.3: Владеет навыками проведения корреляционного и регрессионного анализа в R	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	1
самостоятельная работа	47
Промежуточная аттестация	0 зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1. Описательная статистика и визуализация данных	7		2	2	5
Тема 2. Основы бутстреп-анализа	12		4	4	8
Тема 3. Статистические критерии при анализе одномерных величин	12		4	4	8
Тема 4. Многофакторные схемы анализа	12		6	6	6
Тема 5. Проблема множественных сравнений	14		4	4	10
Тема 6. Многомерный анализ данных	14		4	4	10
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	24	25	47

Содержание разделов и тем дисциплины

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.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "нет".
- открытый онлайн-курс МООС "нет".

Иные учебно-методические материалы: 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, 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 материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-20-э:

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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно выполнено более 50% заданий
не зачтено	Правильно выполнено менее 51% заданий

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад) для оценки сформированности компетенции ПК-21-э:

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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	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
отлично	доклад содержит полную информацию по представляемой теме, основанную на обязательных литературных источниках; выступление сопровождается

Оценка	Критерии оценивания
	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
очень хорошо	доклад содержит полную информацию по представляемой теме, основанную на обязательных литературных источниках; выступление сопровождается качественным демонстрационным материалом (слайд-презентация, раздаточный материал) с незначительными ошибками; студент свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал; свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории
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.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Расчетно-графическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-4-ит:

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 oscarс 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

комментарии к коду обязательно укажите использованный метод, значение критериальной статистики, соответствующее р-значение и сформулируйте итоговый вывод.

Критерии оценивания (оценочное средство - Расчетно-графическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно выполнено более 50% заданий
не зачтено	Правильно выполнено менее 51% заданий

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-5-ит:

Задание 1.

На основе представленных данных рассчитайте коэффициент корреляции Спирмена в R.

Задание 2.

На основе представленных данных проведите регрессионный анализ в R.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно выполнено более 50% заданий
не зачтено	Правильно выполнено менее 51% заданий

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	знаний вследствие отказа обучающегося от ответа		много негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	подготовк и. Ошибок нет.	
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	--------------	---

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-20-э

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.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-21-э

1. Многофакторный дисперсионный анализ.
2. Взаимодействие в многофакторном дисперсионном анализе.
3. Проблема множественных сравнений.
4. Множественные сравнения с контрольной группой.
5. Множественные сравнения с учетом зависимости данных.
6. Многомерный дисперсионный анализ.
7. Анализ комплекса признаков.
8. Множественная регрессия.
9. Анализ главных компонент.
10. Линейный дискриминантный анализ.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4-ит

1. Критерий Стьюдента: сравнение средних двух выборок.
2. Критерий Фишера: сравнение дисперсий двух выборок.
3. Доверительные интервалы для среднего и стандартного отклонения.
4. Критерии Уилкоксона и Манна-Уитни.
5. Однофакторный дисперсионный анализ.
6. Критерий Крускала-Уоллиса.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5-ит

1. Регрессионный анализ: предположения, метод наименьших квадратов.
2. Регрессионный анализ: оценка разброса вокруг линии регрессии, доверительная область.
3. Коэффициент корреляции, его свойства, определение значимости.
4. Соотношение между регрессионным и корреляционным анализом.
5. Непараметрические коэффициенты корреляции, их значимость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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.

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

Основная литература:

1. Анализ данных : учебник / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. - Москва : Юрайт, 2023. - 490 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00616-2. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847079&idb=0>.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 479 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-00859-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841250&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Энатская Н. Ю. Математическая статистика и случайные процессы : учебное пособие / Н. Ю. Энатская. - Москва : Юрайт, 2023. - 201 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-04472-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846503&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими

средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование.

Автор(ы): Гаврилко Дмитрий Евгеньевич, кандидат биологических наук
Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Заведующий кафедрой: Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023, протокол № 2.