

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Прикладные методы регрессионного и дисперсионного анализа

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Анализ данных в прикладных областях

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 Прикладные методы регрессионного и дисперсионного анализа 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-11: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	<p>ПК-11.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p>	<p>ПК-11.1: Знать основные понятия теории регрессии и планирования эксперимента</p> <p>ПК-11.2: Уметь применять современные информационные технологии в области регрессионного и дисперсионного анализа при решении практических задач</p> <p>ПК-11.3: Иметь навыки решения прикладных задач регрессии и планирования эксперимента с помощью современных программных средств</p>	Собеседование Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-4: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	<p>ПК-4.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки применения методов</p>	<p>ПК-4.1: Знать основные утверждения теории регрессии и планирования эксперимента</p> <p>ПК-4.2: Уметь выбирать статистическую регрессионную модель для анализа числовой и нечисловой информации, проводить регрессионный и дисперсионный анализ и интерпретировать его</p>	Собеседование Задачи	Зачёт: Контрольные вопросы

	разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	результаты ПК-4.3: Иметь навыки интерпретации результатов регрессионного анализа числовых и нечисловых данных		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Современные проблемы исследования зависимостей	51	8	8	16	35
Планирование эксперимента	56	8	8	16	40
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	16	16	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Современные проблемы исследования зависимостей

Корреляционный анализ количественных признаков. Оценивание регрессии по обобщенному МНК. Однофакторный, двухфакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Планирование дисперсионного эксперимента. Оценка линейных контрастов. Модели со случайными и неслучайными факторами. Категоризованные данные. Анализ таблиц сопряженности признаков и . Меры связи Чупрова и Гудмена-Краскала.

2. Планирование эксперимента

Планирование регрессионных экспериментов. Планы с полностью перекрестной классификацией. Неполноблочные планы. Дисперсионный анализ при большом числе факторов. Планы 2^k . Алгоритм Йетса

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.

Самостоятельная работа заключается в чтении литературы из списка основной литературы, решения домашних заданий и подготовке в промежуточной аттестации.

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

1. Что такое линейная регрессия?
2. Что такое коэффициент корреляции?
3. Что такое план с перекрестной классификацией?

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. В чем заключается метод наименьших квадратов?
2. Напишите вид модели однофакторного анализа? Какой вид имеет нулевая гипотеза в этом случае?
3. Напишите вид статистики критерия для проверки независимости в таблице сопряженности

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя
не зачтено	Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

Закон Хаббла в астрономии утверждает, что скорость космологического разбегания галактических скоплений пропорциональна расстоянию до них. Будем считать, что расстояния (парсек) до скоплений случайны и скорость (сотни км в сек.) случайна. Рассмотрим данные из *W.L. Freedman et al. Final results from the Hubble space telescope key project to measure the Hubble constant. Astrophysical Journal, v.553, p.47-72, 2001.*

Таблица 1

№	Список NGC (Созвездие)	(x)	(y)
1.	NGC 0300 (Скульптор)	2.00	133
2.	NGC 0925 (Треугольник)	9.16	664
3.	NGC 1326A (Печь)	16.14	1794
4.	NGC 1365 (Печь)	17.95	1594
5.	NGC 1425 (Печь)	21.88	1473
6.	NGC 2403 (Жираф)	3.22	278
7.	NGC 2541 (Рысь)	11.22	714
8.	NGC 2090 (Голубь)	11.75	882
9.	NGC 3031 (Б.Медведица)	3.63	80
10.	NGC 3198 (Б.Медведица)	13.80	772
11.	NGC 3351 (Лев)	10.00	642
12.	NGC 3368 (Лев)	10.52	768
13.	NGC 3621 (Гидра)	6.64	609
14.	NGC 4321 (Волосы Вероники)	15.21	1433
15.	NGC 4414 (Волосы Вероники)	17.70	619
16.	NGC 4496A	14.86	1424
17.	NGC 4548 (Волосы Вероники)	16.22	1384
18.	NGC 4535 (Дева)	15.78	1444
19.	NGC 4536 (Дева)	14.93	1423
20.	NGC 4639 (Дева)	21.98	1403
21.	NGC 4725 (Волосы Вероники)	12.36	1103
22.	IC 4181 (Волосы Вероники)	4.493.3.15	318
23.	NGC 5253 (Центавр)	14.72	232
24.	NGC 7331 (Пегас)		999

1. Оценить по методу наименьших квадратов зависимость $y=hx+\epsilon$;

2. Оценить по методу наименьших квадратов зависимость $y=hx+a+\epsilon$;
3. Проверить гипотезу о степени полинома (в п.1 и п.2) $H_0: m=1$, $H_1: m \neq 1$
4. По п.1 оценить возраст вселенной, учитывая, что один мегапарсек это $3.09 \cdot 10^{19}$ км, т.е. в секундах этот возраст равен , где оценка постоянной Хаббла, затем перевести его в млрд.лет, принимая продолжительность года 365 дней.
По современным уточненным данным этот возраст принимается равным 13,798 млрд.лет, а постоянная Хаббла оценивается как 66,93.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

Задача 2. Одной из важных характеристик качества кормовой патоки является число градусов плотности Брикса. Этот показатель количества твердого вещества в патоке и основной фактор, рассматривавшийся при ее производстве. Поставщиками патоки являются три различных района производства. Ниже приведены восемь выборочных показателей для каждого района:

I	II	III
81.6	81.8	82.1
81.3	84.7	79.6
82.0	82.0	83.1
79.6	85.6	80.7
78.4	79.9	81.8
81.8	83.2	79.9
80.2	84.1	82.6
80.7	85.0	81.9

Считая, что X_{ij} , $i=1,2,3$; $j=1,...,8$ распределены нормально с одной и той же дисперсией проверить гипотезу о том, что данные однородны на уровне значимости . 2) Если гипотеза об однородности отвергается, то какой район выделяется из этой совокупности

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя
не зачтено	Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			

(индикатор достижения)							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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-11

1. Регрессия как условное математическое ожидание. Понятие корреляционной связи. Оптимальное свойство регрессии.
2. Линейная регрессия. Корреляционное отношение Пирсона. Оценка регрессии по методу наименьших квадратов.
3. Однофакторный дисперсионный анализ.
4. Двухфакторный дисперсионный анализ.
5. Анализ таблиц сопряженности признаков. Проверка независимости в таблицах 2 × 2. Сравнение медицинских экспериментов.

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

1. Модели бинарного выбора. Логит- и пробит-модели. Прогнозирование спроса на рабочую силу
2. Планирование экспериментов. Планы с полностью перекрестной классификацией. Неполноблочные планы. Планирование с помощью латинских квадратов.
3. Планирование экспериментов. Планы с полностью перекрестной классификацией.
4. Планирование экспериментов. Неполноблочные планы. Планирование с помощью латинских квадратов.
5. Планирование экспериментов. Дисперсионный анализ: факторные планы.. Алгоритм Йетса.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дает верные развернутые ответы на вопросы преподавателя
не зачтено	Студент отвечает только на часть вопросов, или отвечает с ошибками, или не дает развернутого ответа на вопросы

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

Основная литература:

1. Крамер Г. Математические методы статистики / пер. с англ. А. С. Мониной и А. А. Петрова ; под ред. А. Н. Колмогорова. - М. : Гиз иностр. лит., 1948. - 632 с., 34 рис. - 36.00., 2 экз.
2. Айвазян Сергей Артемьевич. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учеб. для вузов экон. специальностей : в 2 т. Т. 1. Теория вероятностей и прикладная статистика. - 2-е изд., испр. - М. : Юнити, 2001. - 656 с. - ISBN 5-238-00304-8 : 246.00., 3 экз.
3. Айвазян Сергей Артемьевич. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учеб. для вузов : в 2 т. Т. 2. Основы эконометрики. - 2-е изд., испр. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 432 с. - (Taxis). - ISBN 5-238-00305-6 : 336.00., 12 экз.

Дополнительная литература:

1. Доугерти Кристофер. Введение в эконометрику = Introduction to econometrics : учебник / [пер. с англ. Е. Н. Лукаш и др.; Науч. ред. О. О. Замков]; МГУ им. М. В. Ломоносова. Экон. фак. - М. : ИНФРА-М, 2001. - 402 с. - (Университетский учебник). - ISBN 5-86225-458-7. - ISBN 0-19-504346-4 : 161.00., 29 экз.

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

Сайт проекта R для установки свободного программного продукта <http://www.r-project.org>

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/специальности 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Тихов Михаил Семенович, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.