

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля)
**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЦИФРОВОЙ
ЭКОНОМИКЕ**

Направление и направленность (профиль)
01.03.04 Прикладная математика. Интеллектуальный анализ данных

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Математические модели и прогнозирование в цифровой экономике» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (утв. приказом Минобрнауки России от 10.01.2018г. №11) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Красько А.А.

Кучерова С.В.

Утверждена на заседании кафедры математики и моделирования от 14.05.2026 ,
протокол № 8

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Галимзянова К.Н.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1599657997
Номер транзакции	000000000F8F18C
Владелец	Галимзянова К.Н.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения учебной дисциплины являются: изучение методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств для обработки больших объемов данных.

Задачами освоения дисциплины являются: поиск, сбор, анализ и систематизация больших объемов статистических данных; освоение методов анализа и прогнозирования для повышения эффективности различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг; построение математических моделей данных социально-экономических процессов.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-3 : Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных	ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными	РД2	Умение	использовать статистические и математические методы для анализа больших объемов информации
		ПКВ-3.2к : Анализирует потребности в исследовании больших данных заинтересованных лиц и/или подразделений организации	РД3	Навык	владение современными программными средствами для поиска, обработки и анализа необходимой информации
		ПКВ-3.3к : Проводит аналитические исследования в соответствии с согласованными требованиями	РД4	Навык	владение методами количественного выражения взаимосвязей экономических процессов и явлений
	ПКВ-5 : Способен применять математические методы анализа глобальной экономики, макро- и микроэкономических процессов и систем	ПКВ-5.2к : Применяет и совершенствует математические методы и модели анализа микроэкономических процессов и систем	РД1	Знание	методов обработки, анализа и систематизации больших объемов данных
			РД2	Умение	использовать статистические и математические методы для анализа больших объемов информации

01.03.04 Прикладная математика	ОФО	Б1.В	7	3	33	16	16	0	1	0	75	3
--------------------------------------	-----	------	---	---	----	----	----	---	---	---	----	---

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Математические модели в цифровой экономике	РД1, РД2	2	0	0	10	групповая дискуссия по основным вопросам и проблемам изучаемой темы
2	Современные программные средства анализа больших данных	РД1, РД3	2	2	0	10	групповая дискуссия по основным вопросам и проблемам изучаемой темы
3	Моделирование бинарных данных	РД1, РД2	4	4	0	15	групповая дискуссия по основным вопросам и проблемам изучаемой темы
4	Моделирование порядковых и счетных переменных	РД2, РД3, РД4	4	4	0	20	контрольная работа
5	Анализ панельных данных	РД2, РД3, РД4	4	6	0	20	индивидуальное домашнее задание
Итого по таблице			16	16	0	75	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Математические модели в цифровой экономике.

Содержание темы: Множественность моделей окружающего мира. Множественность алгоритмов построения моделей. Проблема выбора. Основные шаги построения моделей. Статистические модели: критерии и методы оценивания их качества. Типы данных в цифровой экономике: кросс-секционные данные, временные ряды, панельные данные. Понятие переобучения модели. Критерии качества моделей: АIC, ВIC, логарифмическое правдоподобие.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к дискуссии, изучение лекционного материала.

Тема 2 Современные программные средства анализа больших данных.

Содержание темы: Обзор современных популярных программных средств анализа данных: Statistica, Excel, R-Studio и другие; их преимущества и недостатки. Принципы воспроизводимого анализа данных. Понятие tidy data. Разведочный анализ данных: описательные статистики, визуализация, работа с пропусками и выбросами. Работа с открытыми источниками данных.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к дискуссии, подготовка к практическому занятию, изучение лекционного материала.

Тема 3 Моделирование бинарных данных.

Содержание темы: Классификация в бинарных пространствах с использованием классических моделей. Логистическая регрессия: функция правдоподобия, интерпретация коэффициентов через отношение шансов. Пробит-модель. Поиск логических закономерностей в бинарных данных. Алгоритмы выделения ассоциативных правил. Дискриминантный анализ бинарных данных. Оценка качества классификации: матрица ошибок, ROC-кривая, AUC. Реализация анализа бинарных данных в R-Studio.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие, метод кооперативного обучения.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к дискуссии, подготовка к практическому занятию, изучение лекционного материала.

Тема 4 Моделирование порядковых и счетных переменных.

Содержание темы: Мультиномиальный логит. Модель логита для порядковой переменной. Проверка предположения о пропорциональности отношений шансов. Методы комплексации модельных прогнозов. Обобщенные линейные модели для счетных данных. Распределение Пуассона. Отрицательное биномиальное распределение. Тест на передисперсию. Модели с избыточным количеством нулей. Реализация моделирования счетных данных в R-Studio.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие, метод кооперативного обучения.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к контрольной работе, подготовка к практическому занятию, изучение лекционного материала.

Тема 5 Анализ панельных данных.

Содержание темы: Преимущества использования панельных данных. Проблемы использования панельных данных. Pooled OLS и его ограничения при работе с панельными данными. Модель регрессии с детерминированным индивидуальным эффектом. Модель регрессии со случайным индивидуальным эффектом. Оценки «Between» и «Within». Метод максимального правдоподобия. Декомпозиция оценок. Тест Вальда. Тест Бройша–Пагана. Тест Хаусмана. Проблема эндогенности в панельных данных.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, практическое занятие, метод кооперативного обучения.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию, выполнение индивидуального домашнего задания, подготовка к экзаменационной работе, изучение лекционного материала.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

Для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине необходимо постоянно разбирать материалы лекций. Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Студент должен четко уяснить, что именно

с лекции начинается его подготовка к практическому занятию. Вместе с тем, лекция лишь организует мыслительную деятельность, но не обеспечивает глубину усвоения программного материала.

При подготовке к практическому занятию особое внимание необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к практическому занятию рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний.

При выполнении индивидуальных домашних заданий необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и др. Решение выполняется подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки.

Самостоятельная работа также включает работу на практических занятиях, во время применения «Метода кооперативного обучения» студенты работают в малых группах (3 – 4 чел.) над заданиями, в процессе выполнения которых они могут совещаться друг с другом, а также обращаться за помощью к преподавателю.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Анализ данных : учебник для вузов / под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 448 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19964-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583032> (дата обращения: 19.05.2026).

2. Галочкин, В. Т. Эконометрика : учебник и практикум для вузов / В. Т. Галочкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14974-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561148> (дата обращения: 19.05.2026).

3. Прозорова, Л. Ю. Практикум по статистическим методам анализа данных и технологиям Data Mining : учебное пособие / Л. Ю. Прозорова. — Пермь : ПНИПУ, 2023. — 139 с. — ISBN 978-5-398-03091-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/416468> (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Бабешко, Л. О. Эконометрика и эконометрическое моделирование в Excel и R : учебник / Л.О. Бабешко, И.В. Орлова. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 300 с. : ил.— (Высшее образование). — DOI 10.12737/1079837. - ISBN 978-5-16-020683-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2186880> (дата обращения: 31.05.2026)

2. Бычкова, Т. В. Математическое моделирование : учебное пособие / Т. В. Бычкова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2025. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/513279> (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. Интернет-ресурс "ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ"
<http://www.basegroup.ru>

2. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» – Режим доступа:
<https://elibrary.ru/>

3. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"

4. СПС КонсультантПлюс - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

5. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"

6. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"

7. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>

8. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prilib.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Компьютеры
- Проектор
- Система аудиовизуального представления информации

Программное обеспечение:

- □ Microsoft Office 2010 Standart
- □ Python

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЦИФРОВОЙ
ЭКОНОМИКЕ**

Направление и направленность (профиль)
01.03.04 Прикладная математика. Интеллектуальный анализ данных

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-3 : Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных	ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большим и данными
		ПКВ-3.2к : Анализирует потребности в исследовании больших данных заинтересованных лиц и/или подразделений организации
		ПКВ-3.3к : Проводит аналитические исследования в соответствии с согласованными требованиями
	ПКВ-5 : Способен применять математические методы анализа глобальной экономики, макро- и микроэкономических процессов и систем	ПКВ-5.2к : Применяет и совершенствует математические методы и модели анализа микроэкономических процессов и систем

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ПКВ-3 «Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код	Тип	Результат	
ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными	РД 2	Умение	использовать статистические и математические методы для анализа больших объемов информации	корректность выбора инструментов решения задач, выполнение всех необходимых расчетов
ПКВ-3.2к : Анализирует потребности в исследовании больших данных заинтересованных лиц и/или подразделений организации	РД 3	Навык	владение современными программными средствами для поиска, обработки и анализа необходимой информации	правильное использование алгоритма выполнения действий, самостоятельность решения поставленных задач
ПКВ-3.3к : Проводит аналитические исследования в соответствии с согласованными требованиями	РД 4	Навык	владение методами количественного выражения взаимосвязей экономических процессов и явлений	демонстрация адекватных аналитических методов при работе с информацией, правильное использование алгоритма в выполнении действий, самостоятельность решения поставленных задач

Компетенция ПКВ-5 «Способен применять математические методы анализа глобальной экономики, макро- и микроэкономических процессов и систем»

Таблица 2.2 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код	Тип	Результат	
ПКВ-5.2к : Применяет и совершенствует математические методы и модели анализа микроэкономических процессов и систем	РД 1	Знание	методов обработки, анализа и систематизации больших объемов данных	правильность ответов на поставленные вопросы, правильность формулировки и анализа проблем
	РД 2	Умение	использовать статистические и математические методы для анализа больших объемов информации	корректность выбора инструментов решения задач, выполнение всех необходимых расчетов

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения	Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС		
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения				
РД1	Знание : методов обработки, анализа и систематизации больших объемов в данных	1.1. Математические модели в цифровой экономике	Дискуссия	Зачет в письменной форме
		1.2. Современные программные средства анализа больших данных	Дискуссия	Зачет в письменной форме
		1.3. Моделирование бинарных данных	Дискуссия	Зачет в письменной форме
РД2	Умение : использовать статистические и математические методы для анализа больших объемов информации	1.1. Математические модели в цифровой экономике	Дискуссия	Зачет в письменной форме
		1.3. Моделирование бинарных данных	Дискуссия	Зачет в письменной форме
		1.4. Моделирование порядковых и счетных переменных	Контрольная работа	Зачет в письменной форме
		1.5. Анализ панельных данных	Разноуровневые задачи и задания	Зачет в письменной форме
РД3	Навык : владение современными программными средствами для поиска	1.2. Современные программные средства анализа больших данных	Дискуссия	Зачет в письменной форме

	, обработки и анализа необходимой информации	1.4. Моделирование порядковых и счетных перемных	Контрольная работа	Зачет в письменной форме
		1.5. Анализ панельных данных	Разноуровневые задания и задания	Зачет в письменной форме
РД4	Навык : владение методами количественного выражения взаимосвязей экономических процессов и явлений	1.4. Моделирование порядковых и счетных перемных	Контрольная работа	Зачет в письменной форме
		1.5. Анализ панельных данных	Разноуровневые задания и задания	Зачет в письменной форме

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство				
	Дискуссия	Контрольная работа	ИДЗ	Экзаменационная работа	Итого
Лекции	10				10
Практические занятия	5	30			35
Самостоятельная работа			35		35
Промежуточная аттестация				20	20
Итого	15	30	35	20	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Дискуссия

Тема 1

1. Понятие цифровая экономика.
2. Взаимосвязь сложности и точности системы
3. Ключевые проблемы разработки статистических моделей
4. Основные семейства методов, обладающими наибольшей точностью прогноза.
5. Возможности прогнозирования изменений в экономике, происходящих в процессе цифровизации.

цифровизации.

Тема 2

1. Программные средства анализа больших данных, их преимущества и недостатки.
2. Преимущества работа с данными в программе R-Studio.
3. Возможности представления данных в программе R-Studio.
4. Возможности графического представления информации в программе R-Studio.

Тема 3

1. Понятие бинарных данных, примеры.
2. Суть линейного дискриминантного анализа.
3. Классические модели бинарных данных
4. Алгоритм поиска логических закономерностей.
5. Алгоритмы выделения ассоциативных правил

Краткие методические указания

Для лучшей подготовки к дискуссии, освоения материала и систематизации знаний по дисциплине необходимо разобрать материалы лекций по теме. Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	5	выставляется студенту, если он четко представлял свою позицию, аргументировал точку зрения, оценивал аргументы других студентов, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
4	3-4	если студент представлял свою позицию, но не четко аргументировал точку зрения, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
3	1-2	если студент недостаточно четко и аргументировано представлял свою позицию;
2	0	если студент не принимал участия в дискуссии.

5.2 Примеры заданий для выполнения контрольных работ

Приведены данные 8 порядковых показателей оценки удовлетворенности персонала предприятия (500 наблюдений).

Задание: Провести пошаговый регрессионный анализ. Построить распределение Пуассона, отрицательное биномиальное распределение. провести тест на адекватность моделей. оценить статистическую значимость однородности ошибок двух регрессионных моделей

Краткие методические указания

При подготовке к контрольной работе особое внимание необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов по теме 4. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
--------	-------	----------

5	25–30	выставляется студенту, если он выполнил без существенных ошибок все задания и ответил на все поставленные вопросы, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
4	15–24	выставляется студенту, если выполнил без существенных ошибок больше половины заданий и ответил на большинство поставленных вопросы, четко представлял свою позицию, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
3	6–14	выставляется студенту, если выполнил без существенных ошибок меньше половины заданий, ответил на некоторые поставленные вопросы, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
2	1–5	выставляется студенту, если он допустил ошибки при ответах на большинство из поставленных в задаче вопросов.

5.3 Варианты индивидуальных домашних заданий

Приводятся графики изменения объемов инвестиций и прибыли за 10 лет по трем предприятиям.

Задание: Провести раздельное оценивание уравнений регрессии. Построить модели с фиксированными и случайными эффектами. Оценить качество моделей, сравнить результаты. Применить критерий оценки Хаусмана.

Краткие методические указания

При выполнении индивидуального домашнего задания особое внимание необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов по соответствующей теме. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	30–35	выставляется студенту, если он выполнил без существенных ошибок все задания и ответил на все поставленные вопросы, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
4	20–29	выставляется студенту, если выполнил без существенных ошибок больше половины заданий и ответил на большинство поставленных вопросы, четко представлял свою позицию, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
3	13–19	выставляется студенту, если выполнил без существенных ошибок меньше половины заданий, ответил на некоторые поставленные вопросы, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
2	7–12	выставляется студенту, если он допустил ошибки при ответах на все из поставленных в задаче вопросов.

5.4 Примерное задание для зачета

Для исследования необходимо заранее собрать статистические данные (панельного типа).

Задание: Модель регрессии с детерминированным индивидуальным эффектом. Модель регрессии со случайным индивидуальным эффектом. Сравнить полученные модели.

Краткие методические указания

При подготовке и выполнении задания для зачета особое внимание необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов по соответствующей теме. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

При оформлении данного задания необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и др. Решение выполняется подробно и должно содержать необходимые пояснительные ссылки.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	16–20	выставляется студенту, если он выполнил без существенных ошибок все задания и ответил на все поставленные вопросы, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
4	11–15	выставляется студенту, если выполнил без существенных ошибок больше половины заданий и ответил на большинство поставленных вопросы, четко представлял свою позицию, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
3	6-10	выставляется студенту, если выполнил без существенных ошибок меньше половины заданий, ответил на некоторые поставленные вопросы, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
2	1-5	выставляется студенту, если он допустил ошибки при ответах на все из поставленных в задаче вопросов.

Таблица ключей к вопросам

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
1	а	1	-	0
2	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
3	Развернутый ответ 2		1 (неполный ответ)	0
4	1-б, 2-а, 3-в	2	1 (1-2 правильных)	0
5	б	1	-	0
6	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
7	б	1	-	0
8	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
9	б	1	-	0
10	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
11	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
12	б	1	-	0
13	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
14	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
15	а	1	-	0
16	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
17	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
18	б	1	-	0
19	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
20	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
21	а	1	-	0
22	б	1	-	0
23	а, в, д	2	1 (за 2 правильных)	0
24	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
25	б	1	-	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
26	1-б, 2-а, 3-в	2	1 (1-2 правильных)	0
27	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
28	а, б, в, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
29	б	1	-	0
30	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
31	1-б, 2-а, 3-в	2	1 (1-2 правильных)	0
32	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
33	б	1	-	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
34	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
35	б	1	-	0
36	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
37	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
38	1-б, 2-а, 3-в	2	1 (1-2 правильных)	0
39	б	1	-	0
40	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
41	а	1	-	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
42	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
43	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
44	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
45	б	1	-	0
46	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
47	а	1	-	0
48	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
49	1-б, 2-а, 3-в	2	1 (1-2 правильных)	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
50	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
51	б	1	-	0
52	а, б, в, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
53	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
54	б	1	-	0
55	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
56	а, б, в, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
57	б	1	-	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
58	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
59	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
60	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
61	б	1	-	0
62	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
63	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
64	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
65	б	1	-	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
66	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
67	б	1	-	0
68	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
69	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
70	а, б, г, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
71	б	1	-	0
72	а, б, в, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
73	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0

№	Правильный ответ	Балл за правильный	Балл за частично правильный	Балл за неправильный
74	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
75	б	1	-	0
76	а, б, в, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0
77	б	1	-	0
78	Развернутый ответ	2	1 (неполный ответ)	0
79	1-б, 2-в, 3-а	2	1 (1-2 правильных)	0
80	а, б, в, д	2	1 (за 2-3 правильных)	0

Кейс 1: Прогнозирование спроса на услуги каршеринга

Решение:

1. **Подготовка данных:**

- Создание временных признаков (час, день недели, праздники)
- Кодирование категориальных переменных (районы)
- Нормализация численных признаков

2. Выбор модели:

- Использование Пуассоновской регрессии для счетных данных
- Альтернатива: отрицательное биномиальное при сверхдисперсии

3. Код в R:

```
R

library(glmnet)
model_poisson <- glm(trips ~ hour + weekday + weather + district,
                    family = poisson(), data = train_data)
# Проверка сверхдисперсии
dispersion <- sum(residuals(model_poisson, type = "pearson")^2) /
df.residual(model_poisson)
if(dispersion > 1.5) {
  library(MASS)
  model_nb <- glm.nb(trips ~ hour + weekday + weather + district, data = train_data)
}
```

4. Валидация:

- RMSE на тестовой выборке: 12.3 поездки/час
- MAE: 8.7 поездки/час

Кейс 2: Анализ ценовой эластичности в e-commerce

Решение:

1. Данные:

- Контрольная группа: 5000 покупателей, средний чек 3000 руб., конверсия 2.5%
- Тестовая группа: 5000 покупателей, цены +10%, средний чек 3180 руб., конверсия 2.1%

2. Расчет эластичности:

```
Python

# Изменение количества
Q_change = (2.1 - 2.5) / 2.5 * 100 # -16%
# Изменение цены
P_change = 10 # +10%
# Эластичность
elasticity = Q_change / P_change # -1.6
```

3. Интерпретация:

- Эластичность = -1.6 (эластичный спрос)
- При росте цены на 1% спрос падает на 1.6%
- Рекомендация: снижение цены увеличит выручку

Кейс 3: Выявление аномалий в финансовых транзакциях

Решение:

1. Feature Engineering:

- Частота транзакций клиента
- Отклонение от среднего чека
- Время суток и география

2. Модель Isolation Forest:

Python

```
from sklearn.ensemble import IsolationForest
import pandas as pd

# Подготовка признаков
features = ['amount', 'frequency', 'time_deviation', 'location_risk']
X = transactions[features]

# Обучение модели
iso_forest = IsolationForest(contamination=0.001, random_state=42)
transactions['anomaly'] = iso_forest.fit_predict(X)

# Анализ результатов
anomalies = transactions[transactions['anomaly'] == -1]
print(f"Обнаружено {len(anomalies)} аномальных транзакций")
```

3. Валидация:

- Precision: 0.85 (85% выявленных действительно мошеннические)
- Recall: 0.72 (найдено 72% всех мошеннических)

Кейс 4: Оптимизация ассортимента в ритейле

Решение:

1. Подготовка транзакционных данных:

```
R

library(arules)
# Преобразование в транзакции
trans <- as(sales_data, "transactions")
```

2. Поиск ассоциативных правил:

```
R

rules <- apriori(trans,
                 parameter = list(support = 0.01, confidence = 0.5, minlen = 2))
# Топ правил по lift
top_rules <- sort(rules, by = "lift", decreasing = TRUE)[1:20]
```

3. Результаты:

- Правило: {Молоко} → {Хлеб}, поддержка 3%, уверенность 65%, lift 2.1
- Рекомендация: размещать товары рядом, создать промо-связки

Кейс 5: Прогнозирование оттока клиентов телеком-оператора

Решение:

1. Структура панельных данных:

- Клиент ID × Месяц
- Переменные: тариф, трафик, жалобы, платежи

2. Модель с фиксированными эффектами:

R

```
library(plm)
panel_data <- pdata.frame(customer_data, index = c("customer_id", "month"))

# Модель логит с FE
model_fe <- pglm(churn ~ usage + complaints + payment_delay + tariff,
                 data = panel_data,
                 family = binomial(),
                 model = "within")

# Тест Хаусмана
model_re <- pglm(churn ~ usage + complaints + payment_delay + tariff,
                 data = panel_data,
                 family = binomial(),
                 model = "random")
phtest(model_fe, model_re) # p-value < 0.05, выбираем FE
```

3. Результаты:

- AUC-ROC: 0.82
- Ключевые факторы: жалобы (OR=3.2), задержки платежей (OR=2.8)
- Рекомендация: проактивная работа с клиентами с жалобами