Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова филиал в городе Ереване



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Эконометрика-III

Уровень высшего образования:

магистратура Направление подготовки / специальность:

38.04.01 "Экономика"

Направленность (профиль)/специализация ОПОП: «Экономическая и финансовая стратегия»

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Ученым Советом Ереванского филиала: (протокол №2, от 20 июля 2020г.)

Название дисциплины (в соответствии с учебным планом):

Эконометрика-III

Место дисциплины в структуре ООП:

- А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане:
- направление подготовки (в соответствии с образовательным стандартом): 38.04.01 «Экономика» (магистратура);
- профиль подготовки / специализация / магистерская программа «Экономическая и финансовая стратегия».
- Б. Информация о месте дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане:
 - базовая часть;
 - обязательный курс;
 - 1 курс;
 - 1,2 семестр.
- В. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины:
 - Эконометрика (базовый курс: модель парной регрессии, модель множественной регрессии, мультиколлинеарность, гетероскедастичность, автокорреляция, фиктивные переменные в регрессионных моделях, нелинейная регрессия, динамические модели, модели бинарного и множественного выбора);
 - Линейная алгебра;
 - Теория вероятностей и математическая статистика;
 - Математический анализ;
 - Теория оптимизации.
 - Г. Общая трудоемкость (в ак. часах и зачетных единицах):

180 академических часов (5 зачетных единиц).

Д. Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен, дифференцированный зачет): зачет (в 1 семестре), экзамен (во 2 семестре).

Формы проведения:

А. Для дисциплин:

форма занятий с указанием суммарной трудоемкости по каждой форме:

лекции: 18

практические занятия (семинары): 68

самостоятельная работа: 94

- формы текущего контроля (коллоквиумы, контрольные, письменные работы, рефераты и др.) (с указанием количества и с указанием суммарной трудоемкости):
 - Контрольные работы 3 за два семестра (8 часов);
- Индивидуальные домашние задания в каждом семестре (расчет коэффициентов Спирмена, Кендалла, кластерный и факторный анализ, оценка модели СОУ по собранным статистическим данным);
- Небольшие домашние задания теоретического и практического плана в течение семестра.

Распределение трудоемкости по разделам и темам, а также формам проведения занятий с указанием форм текущего контроля и промежуточной аттестации:

	Наименование разделов и тем дисциплины /	Труд занятий				
№		Аудито	рная работа (с формам и ви		Формы контроля	
п/п			Практические занятия (семинары)	Лабораторная работа / контрольная работа / коллоквиум		Самост оятель ная работа
	Раздел 1. М	ногомерн	ый статистич	еский анализ	'	
1.	Повторение основ теории вероятностей и математич еской статистики.	1	2		6	д/з
2.	Содержание и назначение прикладного МСА. Приме нение МСА в стратегирова нии	1	2		2	
3.	Способы описания поведе ния многомерного признак а	2	6		8	д/з
4.	Корреляционный анализ п орядковых, категоризован ных переменных	2	8		8	д/3
5.	Классификация многомерн ых наблюдений и статисти ческие методы распознава ния образов	2	8		16	д/з
6.	Снижение размерности ис следуемого признакового пространства и отбор наи более информативных пок азателей	2	8		16	д/3
	Зачет		2			·
	Итого по разделу 1	10	34		56	

1.	Введение в теорию систем одновременных уравнений				
1.	·	2	8	8	д/з
2.	Условия идентифицируем				
Δ.	ости СОУ	2	8	6	д/з
3.	Оценивание систем однов				
٥.	ременных уравнений	2	8	16	д/з
	Точечный и интервальный				
	прогноз эндогенных перем				
4.	енных. Возможности прак				
	тического применения в ст				
	ратегировании.	2	8	8	д/з
	Итого по разделу 2	8	26	38	
	Итого	18	68	94	

Содержание дисциплины по разделам и темам (этапам) – аудиторная и самостоятельная работа:

Раздел 1. Многомерный статистический анализ

Тема 1. Повторение основ теории вероятностей и математической статистики

Основные понятия теории вероятностей. Случайные события и случайные величин ы. Одномерные и многомерные (совместные) законы распределения вероятностей случайн ых величин. Функции распределения и плотности распределения. Основные свойства функций распределения.

Характеристики распределений случайных величин (математическое ожидание, дис персия, ковариация, коэффициент корреляции). Свойства математического ожидания и дис персии. Нормальное распределение и связанные с ним Хи-квадрат распределение, распред еления Стьюдента и Снедекора-Фишера. Их основные свойства. Работа с таблицами распр еделений.

Генеральная совокупность и выборка. Выборочное распределение и выборочные ха рактеристики (среднее, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции). Корреляционна я связь. Статистическое оценивание. Точечные оценки. Линейность, несмещенность, эффе ктивность и состоятельность оценок. Свойства выборочных характеристик, как точечных оценок. Интервальные оценки, доверительный интервал. Доверительные интервалы для м атематического ожидания и дисперсии, оцениваемых по случайной выборке из нормальног о распределения.

Статистические выводы и проверка статистических гипотез. Прямая и альтернатив ная гипотезы. Критическое множество и решающее правило. Ошибки 1-го и 2-го рода. Мо щность статистического критерия. Уровень значимости и проверка гипотезы. Двух- и одно сторонние критерии. Проверка статистических гипотез при помощи таблиц распределений

(классический подход) и рассчитываемых компьютером точных значений уровня значимос ти (p-value).

Тема 2. *Содержание и назначение прикладного многомерного* статистического анализа. Применение MCA в стратегировании.

Понятия многомерного признака и многомерного наблюдения. Смешанная приро да компонент многомерного признака. Определение количественных и категоризованны х (ординальных и номинальных) переменных. Основные формы записи массива исходн ых данных в многомерном статистическом анализе (МСА). Сущность и назначение МС А. Три базовые проблемы прикладного МСА: статистическое исследование зависимосте й, классификация объектов (признаков) и снижение размерности исследуемого признако вого пространства.

Основные типы социально-экономических задач, решаемых с привлечением аппа рата МСА: разведочный анализ и визуализация (формирование рабочих гипотез о приро де анализируемых данных); сжатие больших массивов информации; диагностика финан сово-экономического состояния фирмы (банка, предприятия); замена многокритериальн ой оптимизационной схемы ее однокритериальной аппроксимацией; прогнозирование, нормирование, оптимальное управление; анализ экспертных оценок; отбор наиболее ин формативных переменных.

Возможности применение МСА в стртаегировании, реальные примеры использо вания.

Тема 3. Способы описания поведения многомерного признака

Многомерные (совместные), частные (маржинальные) и условные законы распре деления вероятностей многомерного признака. Понятие статистической независимости случайных величин. Пояснение этих понятий на примерах.

Основные числовые характеристики многомерного закона распределения вероят ностей (з.р.в.) и их статистические оценки. Многомерный нормальный з.р.в. и его свойс тва. Оценки параметров многомерного нормального з.р.в. Измерители степени тесноты статистической связи между компонентами многомерного признака (корреляционный а нализ многомерной выборки): парные, частные и множественные коэффициенты коррел яции, корреляционное отношение; ранговые корреляции; анализ таблиц сопряженности и информационная мера связи.

Тема 4. Корреляционный анализ порядковых и категоризованных переменных

Понятие ранговой корреляции. Ранговый коэффициент Спирмена, Кендала, связь м ежду ними. Статистические свойства выборочных характеристик парной ранговой связи.

Коэффициент конкордации (согласованности). Проверка статистической связи выбо рочного значения коэффициента конкордации.

Корреляционный анализ категоризованных переменных: таблицы сопряженности. Основные измерители степени тесноты статистической связи между двумя категоризованными переменными.

Тема 5. *Классификация многомерных наблюдений и статистические методы* распознавания образов

Общая экстремальная постановка задачи классификации. Две основные формы з адания исходной информации в задачах классификации. Основные типы задач классифи кации.

Основные типы расстояний между объектами и между классами объектов, используемые в процедурах классификации. Обобщенные расстояния Колмогорова.

Параметрические и непараметрические методы классификации *при наличии обуч ающих выборок* (методы дискриминантного анализа). Задачи социально-экономической диагностики. Связь дискриминантного анализа с логит- и пробит-моделями.

Параметрические и непараметрические методы классификации без обучающих в ыборок: оценка параметров смеси распределений, методы кластер-анализа (в том числе — метод k -средних и иерархические кластер-процедуры). Задачи типологизации объект ов.

Тема 6. *Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор* наиболее информативных показателей

Общая экстремальная постановка задачи снижения размерности и два подхода к определению критерия информативности показателей.

Основные методы снижения размерности, нацеленные на оптимизацию критерие в автоинформативности: метод главных компонент, факторный анализ, метод экстремал ьной группировки признаков, методы целенаправленного проецирования исходных мно гомерных данных. Использование метода главных компонент при построении моделей р егрессии, при реализации двухшагового метода наименьших квадратов, в задачах постр оения интегральных показателей.

Методы снижения размерности, ориентированные на «внешние» критерии инфо рмативности; экспертно-статистический метод построения сводного (интегрального) ла тентного показателя эффективности функционирования (каства) системы по набору час тных показателей; отбор наиболее информативных показателей в моделях регрессии и д искриминантного анализа.

Построение вспомогательного координатного пространства заданной размерност и на базе парных сравнений объектов (*многомерное шкалировани*)

Раздел 2. Системы одновременных уравнений

Тема 1. Введение в теорию систем одновременных уравнений

Определение СОУ; классификация переменных, участвующих в СОУ (экзогенные, э ндогенные, предопределенные). Примеры СОУ, в т.ч. СОУ, описывающая макромодель рос сийской экономики. Понятие о косвенном МНК (на примере). Несостоятельность и смеще нность МНК-оценок при статистическом анализе СОУ в общем случае. Структурная и при веденная формы СОУ. Годовая модель Клейна экономики США. Квартальная эконометрич еская модель российской экономики.

Тема 2. **Условия идентифицируемости СОУ**

Основные проблемы построения и анализа СОУ (спецификация, идентифицируе мость, идентификация, анализ точности модели). Идентифицируемость отдельного урав нения и всей СОУ. Необходимые условия идентифицируемости СОУ. Вывод условий идентифицируемости отдельного уравнения СОУ: необходимое («правило порядка») и дос таточное («правило ранга»).

Тема 3. Оценивание систем одновременных уравнений

Оценивание параметров в системах рекурсивного типа: пример, определение рекур сивной идентифицируемой СОУ, процедуры и формулы оценивания параметров рекурсивн ой идентифицируемой СОУ. Косвенный метод наименьших квадратов (КМНК) в оцениван ии отдельных идентифицируемых уравнений системы. Двухшаговый МНК (ДМНК): прим ер неидентифицируемого уравнения, общие формулы ДМНК, использование метода главных компонент в реализации ДМНК при анализе СОУ большой размерности. Трехшаговый МНК (ТМНК).

Тема 4. **Точечный и интервальный прогноз эндогенных переменных. Возможности** практического применения в стратегировании

Точечный и интервальный прогноз эндогенных переменных, основанный на оценке

приведенной формы СОУ. Подходы к сравнению различных методов оценивания СОУ, осн ованные на Монте-Карло-моделировании. Разбор типовых задач на построение и анализ С ОУ.

Возможности практического применения в стратегировании.

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

п						
Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по					
OHK 5 C 5	дисциплине (модулю)					
ОПК-5 – Способность применять	<i>Знать</i> современные методы					
продвинутые инструментальные	эконометрического анализа, программные					
методы экономического анализа в	продукты и технические средства, применяемые в					
прикладных и/или фундаментальных	эконометрическом анализе для решения					
исследованиях	аналитических и исследовательских задач,					
	возникающих в процессе разработки стратегии.					
	Уметь выбирать различные источники					
	информации и инструментальные средства для					
	обработки экономических данных в соответствии с					
	поставленной задачей анализа и/или прогноза,					
	выявления закономерностей развития					
	экономического субъекта; строить и					
	диагностировать эконометрические модели.					
	Владеть навыками эконометрического					
	моделирования и научной интерпретации					
	полученных результатов; практическими					
	навыками применения современных программных					
	продуктов и технических средств в					
	эконометрическом анализе для решения					
	аналитических и исследовательских задач,					
	возникающих в процессе разработки стратегии.					
ПК-3 – способность проводить	Знать способы сбора и обработки микро- и					
самостоятельные исследования в	макроэкономических данных; методы					
соответствии с разработанной	эконометрического моделирования.					
программой.	Уметь осуществлять поиск информации					
iipoi paminoii.	согласно разработанной программе научного					
	исследования; уметь собирать, систематизировать					
	и анализировать данные, необходимые для					
	решения поставленных стратегических задач, с					
	использованием эконометрического					
	моделирования.					
	<i>Владеть</i> методикой и методологией					
	проведения научных исследований с					
	использованием эконометрического					
	моделирования в процессах стратегирования.					
ПК-9 – способность анализировать и	Знать способы осуществления сбора, анализа					
1	и обработки экономических данных для решения					
использовать различные источники	и оораоотки экономических данных для решения					

информации ДЛЯ проведения стратегических залач помошью экономических расчетов. эконометрического инструментария. Уметь осуществлять сбор, анализ обработку экономических данных, необходимых ДЛЯ решения стратегических задач использованием эконометрического инструментария. Владеть навыками сбора, анализа обработки экономических данных, необходимых для решения стратегических задач, с помощью эконометрического инструментария ПК-10 – способность Знать методы оценки и прогнозирования составлять прогноз основных социально-экономических показателей; социальноэкономических показателей возможности использования эконометрических деятельности предприятия, отрасли, моделей для оценки и прогнозирования социальнорегиона и экономики в целом. экономических показателей деятельности экономических субъектов. **Уметь** прогнозировать динамику основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики целом c использованием эконометрических моделей. Владеть основными навыками эконометрического моделирования прогнозирования социально-экономических систем на микро- и макроуровне. СПК-2 – Владеть стратегическим Знать методику выполнения анализа мышлением, уметь выполнять анализ тенденций развития внешней и внутренний среды тенденций развития во внешней и стратегирования c использованием внутренней объекта эконометрических методов и моделей. среде стратегирования; владеть **Уметь** выполнять анализ тенденций способностью разрабатывать развития внешней и внутренний среды объекта использованием отраслевые, региональные стратегирования c корпоративные стратегии. эконометрических методов и моделей. **Владеть** навыками анализа тенденций развития внешней и внутренний среды объекта стратегирования использованием эконометрических методов и моделей.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

А. Учебно-методические рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов:

- регулярная работа с рекомендуемой литературой, научными статьями по предложенной тематике исследования;
- написание эссе по научной статье;
- систематическая работа по сбору статистической информацией;

- самостоятельное решение задач.
- **Б.** Фонд оценочных средств (методы выставления оценки, критерии оценивания, требования, баллы, из чего формируется оценка):
 - 1. Перечень компетенций
- ОПК-5 Способность применять продвинутые инструментальные методы экономического анализа в прикладных и/или фундаментальных исследованиях.
- ПК-3 способность проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой.
- ПК-9 способность анализировать и использовать различные источники информации для проведения экономических расчетов.
- ПК-10 способность составлять прогноз основных социально-экономических показателей деятельности предприятия, отрасли, региона и экономики в целом.
- СПК-2 Владеть стратегическим мышлением, уметь выполнять анализ тенденций развития во внешней и внутренней среде объекта стратегирования; владеть способностью разрабатывать отраслевые, региональные и корпоративные стратегии.
 - 2. Описание шкал оценивания:

Оценка состоит из трех частей:

- выполнение домашних заданий и участие в семинарах (30%);
- контрольные работы (20%);
- финальный экзамен (50%).

В контрольной работе каждое задание оценивается по 10-бальной системе. Финальная оценка переводится в 5-ти бальный эквивалент: до 4 баллов - неудовлетворительно; от 4 до 6 баллов – удовлетворительно; от 6-8 баллов – хорошо; от 8 до 10 баллов – отлично.

Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

Сформированные и систематические знания
(85-100%)
отлично/зачет
Сформированные, но содержащие отдельные
пробелы знания
(70-84%)
хорошо/зачет
Неполные знания
(55-69%)
удовлетворительно/зачет

Отсутствие знаний или фрагментарные знания (менее 55%)

неудовлетворительно/ не зачет

Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости:

Контрольные вопросы для оценки качества освоения дисциплины

- 1. Сформулировать три основные проблемы многомерного статистического анализа. Краткая характеристика информационной базы и математического аппарата, привлекаем ых для их решения. Пояснить на примерах решения социально-экономических задач.
- 2. Что понимается под многомерным признаком? Как проявляется смешанная приро да его компонент? Дать определение и примеры количественных, порядковых (ординальных) и классификационных (номинальных) компонент многомерного признака.
 - 3. Многомерный признак как многомерная случайная величина. Когда многомерная случайная величина считается заданной? Пояснить понятия многомерного, частного (ма ржинального) и условного распределений на примере двумерной нормальной плотности . Ковариационная матрица и ее свойства. Записать функцию многомерной плотности и д ать вероятностную интерпретацию участвующих в этой записи параметров. Как оценит ь эти параметры по исходным статистическим данным?
 - 4. Проанализировать понятия совместного, частного и условного распределений на примере распределения двумерной дискретной случайной величины $X = (x^{(1)}, x^{(2)})^T$, гд е $x^{(1)}$ среднедушевой доход наугад выбранной семьи (признак имеет градации: «низк ий доход», «средний доход» и «высокий доход»), а $x^{(2)}$ качество жилищных условий у той же семьи (признак имеет четыре градации: «низкое», «удовлетворительное», «хор ошее» и «очень хорошее»), см. таблицу:

Градации призн	Градации признака $x^{(2)}$						
ака $x^{(1)}$	низкое	удовлетворит.	хорошее	очень хорошее			
низкий	0,06	0,03	0,01	0,00			
средний	0,05	0,25	0,35	0,05			
высокий	0,01	0,02	0,07	0,10			

5. Основные характеристики взаимосвязи *количественных* компонент многомерног о признака: ковариации, парные и частные коэффициенты корреляции, множественный коэффициент корреляции в терминах парных и частных коэффициентов корреляции; их вероя

тностная интерпретация. Правила проверки вышеперечисленных характеристик на их стат истически значимое отличие от нуля.

- 6. Понятие корреляционного отношения, его вычисление, основные свойства и про верка на статистически значимое отличие от нуля.
- 7. Основные характеристики взаимосвязи *порядковых (ординальных)* компонент мн огомерного признака ранговый коэффициент корреляции Спирмэна, коэффициент конк ордации (согласованности) Кендалла. Коэффициент согласованности (конкордации) *нескол ьких* (не менее двух) упорядочений. Правила проверки вышеперечисленных характеристик на их статистически значимое отличие от нуля.

Решить следующее упражнение. По результатам ранжирования десяти учащихся в соответствии с их математическими $(x^{(1)})$ и музыкальными способностями $(x^{(2)})$ вычислить ранговый коэффициент корреляции Спирмэна и определить, существует ли между этими ранжировками статистически значимая связь (при уровне значимости критерия $\alpha = 0.05$).

№ учащегося	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ранг (место) по математичке	2	1	4	3	7	8	5	6	10	9
Ранг (место) по музыке	5	6	4	1	8	10	2	7	9	3

8. Основные характеристики взаимосвязи дискретных (*категоризованных*) компоне нт многомерного признака — коэффициенты квадратической сопряженности, информацио нная характеристика связи. Проверка статистических гипотез об отсутствии какой бы то н и было связи между анализируемыми признаками.

Упражнение. В таблице приведены результаты классификации 1725 английских шк ольников в соответствии с качеством и опрятностью в их одежде $(x^{(1)})$ и в соответствии с их умственными способностями $(x^{(2)})$.

Категории	1 (7)							
качества о дежды (ур овни ($x^{(1)}$)	Умствен но отста лые, туп ые	Туповат ые	Медл.,но не тупые	Дост.умн	Способн ые	Очень сп особные	Сумма	
Очень хор ошее	33	48	113	209	194	39	636	
Хорошее	41	100	202	255	138	15	751	
Удовл.	39	58	70	61	33	4	265	
Плохое	17	13	22	10	10	1	73	
Сумма	130	219	407	535	375	59	1725	

Вычислить значение коэффициента квадратической сопряженности X^2 и проверит ь статистическую значимость исследуемой связи (с уровнем значимости $\alpha = 0.05$).

- 9. По наблюдениям в течение 20-ти лет в восточных районах Англии за урожайност ью кормов трав (y), количеством весенних осадков $(x^{(1)})$ и суммой активных температур весеннего периода $(x^{(2)})$, т.е. по совокупности исходных данных вида $(y_i, x_i^{(1)}, x_i^{(2)})$, i=1,2,...,20 были вычислены парные коэффициенты корреляции $(r_{yx^{(1)}}=0.80)$; $r_{yx^{(2)}}=-0.40$; $r_{x^{(1)}x^{(2)}}=-0.56$. Вычислить частные коэффициенты корреляции $r_{yx^{(1)}}/x^{(2)}$, $r_{yx^{(2)}}/x^{(1)}$, множественный коэффициент корреляции $R_y(x^{(1)},x^{(2)})$, дать их содер жательный анализ и проверить все эти характеристики на их статистически значимое отли чие от нуля.
- 10. В таблице приведены значения парных коэффициентов корреляции для среднего довой характеристики качества ткани (y) (результирующий показатель), среднегодового ч исла $(x^{(1)})$ профилактических наладок станков автоматической линии, на которых эта тка нь производилась (первая объясняющая переменная), и

среднегодового числа $(x^{(2)})$ обрывов нити на этих станках (вторая объясняющая перем енная), подсчитанные по исходным данным за 18 лет $(n \square 18)$.

	у	$x^{(1)}$	$x^{(2)}$
у	1	0,105	0,024
$x^{(1)}$	0,105	1	0,996
$x^{(2)}$	0,024	0,996	1

Вычислить частные коэффициенты корреляции $r_{yx^{(1)}}/x^{(2)}$, $r_{yx^{(2)}}/x^{(1)}$, а затем — м ножественный коэффициент корреляции $R_y(x^{(1)},x^{(2)})$. Проверить их на статистически з начимое отличие от нуля и дать содержательную интерпретацию полученных результат ов.

- 11. Параметрические методы классификации при наличии обучающих выборок (методы дискриминантного анализа). Что такое обучающие выборки? Выписать и объясн ить дискриминантное правило в случае разбиения **нормальных** наблюдений на два кла сса, отличающихся только векторами средних значений.
- 12. Параметрические методы классификации без обучающих выборок. Понятие с меси вероятностных распределений, привести примеры. Как данная задача классификац ии сводится к задаче дискриминантного анализа? Описать подход (метод моментов или метод максимального правдоподобия), с помощью которого можно было бы решить зада чу оценивания неизвестных параметров в смеси распределений. Пояснить на примере с меси двух одномерных норм. законов.

- 13. Две основные формы задания исходной информации в задачах классификаци и, их преимущества и недостатки. Выписать пример функционала качества для случая з аранее заданного числа классов. Объяснить алгоритм классификации объектов по метод у «*k* -средних» (Мак-Куина) в случае заранее заданного числа классов.
- 14. Методы кластер анализа и иерархической классификации как методы решени я общей задачи классификации без обучающих выборок. Привести пример конкретного алгоритма кластер-анализа (с объяснением его действия), описать общую логическую с хему действия агломеративных (последовательно соединяющих) иерархических алгорит мов классификации.
- 15. Основные типы расстояний между объектами и между классами объектов, ис пользуемых в процедурах классификации. Доказать, что расстояния «ближайшего» и «д альнего соседа», а также расстояние «средней связи» между классами являются част ными случаями обобщенного расстояния Колмогорова.
- 16. Три типа основных предпосылок, обуславливающих принципиальную возмо жность снижения размерности исследуемого факторного пространства. Общая экстрема льная постановка задачи снижения размерности. Два подхода к определению критерия и нформативности показателей: автоинформативность и информативность относительно «внешних» показателей. Привести примеры конкретных методов, реализующих тот и др угой подходы (явный вид соответствующих критериев информативности, их интерпрета ция, общая схема соответствующих вычислительных алгоритмов).
- 17. Метод главных компонент МГК: определение ГК; описание вычислительной процедуры по их построению. Доказать, что построение первой главной компоненты св одится к вычислению максимального собственного значения и соответствующего ему с обственного вектора ковариационной матрицы исходного многомерного признака.
- 18. Некоторые вычислительные свойства главных компонент: их ковариационная матрица (с выводом), соотношения между простыми и обобщенными дисперсиями глав ных компонент и соответствующими характеристиками рассеяния исходных показателе й.
- 19. Критерий информативности в общей постановке задачи снижения размернос ти, приводящий к методу главных компонент; его выражение в терминах собственных ч исел ковариационной матрицы исходных показателей (с выводом).
- 20. Оптимальные свойства главных компонент наименьшая ошибка автопрогн оза и наименьшее искажение геометрической структуры исходных точек-наблюдений пр и их проектировании в пространство меньшей размерности (формулировка с пояснения ми, без доказательства).

- 21. Описать экспертно-статистический метод построения сводного (агрегатного) показателя качества функционирования системы по набору частных критери-альных пе ременных и при наличии дополнительной экспертной информации. Привести примеры его возможного применения.
- 22. Пусть $(x^{(1)}, x^{(2)})$ двумерная нормальная случайная величина со средними значениями $(\mu^{(1)}, \mu^{(2)})$ и матрицей ковариаций

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & r\sigma_1\sigma_2 \\ r\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{pmatrix}$$

(здесь r — коэффициент корреляции между $x^{(1)}$ и $x^{(2)}$. Можно показать, что главные к омпоненты $Z^{(1)}$ и $Z^{(2)}$ исходного двумерного признака $\begin{pmatrix} x^{(1)} \\ x^{(2)} \end{pmatrix}$ определяются соотношен иями:

$$Z^{(1)} = (x^{(1)} - \mu^{(1)})\cos\alpha + (x^{(2)} - \mu^{(2)})\sin\alpha$$

$$Z^{(2)} = (x^{(1)} - \mu^{(1)})\sin\alpha + (x^{(2)} - \mu^{(2)})\cos\alpha$$

где $tg 2\alpha = \frac{2r\sigma_1\sigma_2}{\sigma_1^1 - \sigma_2^2}$.

Требуется:

- 1) Доказать (с помощью непосредственного подсчета), что главные компоненты $Z^{(1)}$ и $Z^{(2)}$ взаимно некоррелированы, т.е. что $\text{cov}(Z^{(1)}, Z^{(2)}) = 0$.
- 2) Вычислить собственные числа λ_1 и λ_2 ковариационной матрицы Σ и дать им вероятностную интерпретацию в терминах случайных величин $Z^{(1)}$ и $Z^{(2)}$.
- 3) Определить дисперсии $DZ^{(1)}$ и $DZ^{(2)}$. в частных случаях |r|=1 и r=0 и дать геометрическую интерпретацию главных компонент в этих случаях.
- 23. По данным измерений (в млн. руб.) объема произведенной за год продукции (x^1), основных фондов (x^2) и фонда оплаты труда (x^3) 24-х однотипных предприятий (x^3) была оценена ковариационная матрица

$$\hat{\Sigma} = \begin{pmatrix} 451,4 & 271,2 & 168,7 \\ 271,2 & 171,7 & 103,3 \\ 168,7 & 103,3 & 66,7 \end{pmatrix}$$

Необходимые вычисления дали:

- характеристические (собственные) числа $\lambda_1 = 680,4; \lambda_2 = 6,5; \lambda_2 = 2,9$
- собственные векторы

$$l_1 = \begin{pmatrix} 0.81 \\ 0.51 \\ 0.31 \end{pmatrix}, \quad l_2 = \begin{pmatrix} -0.55 \\ 0.83 \\ 0.10 \end{pmatrix}, \quad l_3 = \begin{pmatrix} -0.21 \\ -0.25 \\ 0.95 \end{pmatrix}$$

- 1) В результате каких вычислительных процедур получены числа λ_i и векторы l_i (i=1,2,3)?
- 2) Выписать и проанализировать уравнение трех главных компонент исследуемого признака X.
- 3) Вычислить последовательные меры информативности главных компонент $I_k(Z) = \frac{\lambda_1 + \ldots \lambda_k}{Dx^1 + \ldots Dx^3} (k=1,2,3) \,,$ на основании их сделать вывод о целесообразном уровне снижения размерности.
- 24. Дать математическую формулировку следующих задач статистического анали за экспертных мнений, представленных в виде балльных оценок, упорядочений (рангов оцениваемых объектов) или парных сравнений:
 - 1) анализ структуры имеющихся мнений;
 - 2) анализ попарной и групповой согласованности экспертных мнений;
 - 3) построение единого (группового) варианта экспертного мнения;
 - 4) анализ уровня компетентности мнений экспертов....
- 25. Привести и прокомментировать общую постановку задачи метрического много мерного шкалирования (ММШ). Описать решение задачи ММШ, основанное на анализе м атрицы $B=(b_{ij})$, где элементы b_{ij} определяются как скалярные произведения *не известны* x нам векторов $X_i-\overline{X}$ и $X_j-\overline{X}(i,j=1,2,...,n; \overline{X}=\sum_{i=1}^n x_i/n)$, но могут быть вычислены по совокупности заданных попарных евклидовых расстояний γ_{kl} между искомыми точкам и $X_1,X_2,...,X_n$ (k,l=1,2,...,n).
 - 26. Описать процедуры отбора наиболее информативных переменных в задаче ан ализа классической линейной модели множественной регрессии (КЛММР) и задаче дис криминантного анализа в рамках общей оптимизационной постановки проблемы сниже ния размерности.
 - Описать процедуру использования метода главных компонент в анализе КЛМ
 MP в условиях мультиколлинеарности.
 - 28. Описать процедуру использования метода главных компонент в двухшаговом методе наименьших квадратов (2МНК) при анализе «большеразмерных» систем одновр еменных эконометрических уравнений.
 - 29. Описать процедуру построения сводного (интегрального) индикатора качеств

- а функционирования системы по набору значений, характеризующих это функциониров ание статистических показателей (частных критериев) в условиях отсутствия «обучения ». Объясните, на каком свойстве 1-й главной компоненты основано предложение исполь зовать ее в качестве интегрального индикатора.
- 30. Опишите связь, существующую между постановками задач дискриминантног о анализа и эконометрическими моделями множественного выбора. Выведите соотноше ние, связывающее взвешенное *отношение правдоподобия* в байесовском оптимальном п равиле классификации дискриминантного анализа двух выборок с *апостериорной вероя тностью* принадлежности наблюдения к определенному классу в модели бинарного вы бора. Приведите обоснование логистической формы параметризации этой апостериорно й вероятности в случае различения двух нормальных классов с одинаковыми ковариаци онными матрицами.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

А. Основная литература

Раздел 1. Многомерный статистический анализ

- 1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. (2001). Прикладная статистика и основы эконометрики. Издание 2-е. Том 1: Теория вероятностей и прикладная статистика. М.: Юнити. 656 с.
- 2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. (2001). Прикладная статистика и основы эконометрики. Издание 2-е. Том 2: Основы эконометрики. М.: Юнити. 432с.
- 3. *Айвазян С.А., Мхитарян В.С.* (2001). Прикладная статистика в задачах и упражнениях. М.: Юнити. 270 с.

Раздел 2. Системы одновременных уравнений

- 1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. (2001). Прикладная статистика и основы эконометрики. Издание 2-е. Том 2: Основы эконометрики. М.: Юнити. 432с.
- 2. *Магнус Я.Р., Катышев А.К., Пересецкий А.А.* (2005). Эконометрика. Начальный курс. 7-е издание. М.: Дело. 504 с.

Б. Дополнительная литература:

- 1. Андерсон Т. (1963). Введение в многомерный статистический анализ. М.: Физматгиз.
- 2. Баум К.Ф. Эконометрика. Применение пакета Stata: учебник и практикум для вузов / К.Ф. Баум; пер. с англ. под науч. ред. Г.И. Пеникаса. М.: Издательство Юрайт, 2016.
- 2. *Берндт Э.Р.* (2005). Практика эконометрики: классика и современность. М.: ЮНИТИ, глава 10.
- 3. Hamilton J.D. (1994). Time Series Analysis. Princeton University Press, Chapter 9.

- 4. *Greene W.H.* (2000). Econometric Analysis. (Fourth edition). Prentice Hall International, Inc., Chapter 16.
- В. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы с выделением подразделов: презентации в формате Power Point, доступ к сети интернет, Пакет STATA
- Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 (США), Microsoft Office Pro + 2010 64 (США).
- Описание материально-технического обеспечения: освоение дисциплины предполагает использование аудитории для проведения лекционных с необходимыми техническими сре дствами (доска, компьютер, проектор) и аудиторий для проведения семинарских занятий.

Язык преподавания: русский

Преподаватель: преподаватель филиала МГУ имени М.В.Ломоносова в г.Ереване, к.ф-м.., доцент Читчян Роберт Навасардович

Автор программы: доцент кафедры экономической и финансовой стратегии МШЭ МГУ имени М.В. Ломоносова, к.э.н. Власюк Людмила Ивановна