


АНО ВО «МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
 Н. А. Михайличенко
«22» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭКОНОМЕТРИКА (ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ)»
Б1.В.ОД.12**

Направление подготовки – 38.04.02 «Менеджмент»

Программа – «Управление проектами»

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная, заочная

Кафедра прикладной информатики

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 38.04.02 «Менеджмент», программа подготовки «Управление проектами» и рабочими учебными планами, утвержденными ректором АНО ВО «Московский гуманитарный университет».

Авторы: Мамаева Н. В. – к.э.н., доцент, зав. кафедрой прикладной информатики АНО ВО «Московский гуманитарный университет»

Эксперты: Романова Е. В. – к.э.н., доцент, доцент кафедры прикладной информатики АНО ВО «Московский гуманитарный университет»

Выжигин А.Ю. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой социально-гуманитарных, экономических и естественно-научных дисциплин Института права и национальной безопасности РАНХиГС

ОБСУЖДЕНО

на заседании кафедры прикладной информатики
«04» мая 2020 г., протокол № 8.

ОДОБРЕНО

Методической комиссией факультета экономики, управления и международных отношений
« 10 » июня 2020 г., протокол № 4.

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов методологии и методике построения и применения многомерных эконометрических методов анализа данных в аналитических исследованиях социально-экономических процессов.

Конечным результатом изучения учебной дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» является овладение современными эконометрическими методами анализа конкретных экономических данных на уровне, достаточном для использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины позволяет овладеть как теоретической базой, так и конкретными практическими навыками решения указанных задач на компьютере.

Основными задачами дисциплины являются:

- расширение и углубление теоретических знаний о качественных особенностях экономических и социальных систем и закономерностях их развития;
- изучение многомерных эконометрических методов анализа данных и практического использования в экономических приложениях;
- овладение методами снижения размерности и получение навыков практической работы с ними для анализа состояния экономических и социальных систем;
- овладение методами классификации и получение навыков практической работы с ними для анализа состояния экономических и социальных систем;
- овладение пакетами эконометрических программ, практическим опытом их применения для решения типовых задач классификации и снижения размерности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Эконометрика (продвинутый уровень)» относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Дисциплина изучается во взаимосвязи с дисциплинами программ бакалавриата, а также со следующими дисциплинами данной программы магистратуры: «Методы исследований в менеджменте», «Современные методы социологических исследований», «Статистические методы в научных исследованиях», «Социально-экономическое прогнозирование», «Оценка и развитие бизнеса (продвинутый уровень)».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В данном разделе содержится описание перечня планируемых результатов обучения по дисциплине «Эконометрика (продвинутый уровень)», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 38.04.02 «Менеджмент» (программа – «Управление проектами»).

Процесс изучения дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» направлен на формирование следующих компетенций:

а) профессиональные компетенции (ПК):

- ПК-4 – способность использовать количественные и качественные методы для проведения прикладных исследований и управления бизнес-процессами, готовить аналитические материалы по результатам их применения;
- ПК-5 – владение методами экономического и стратегического анализа поведения экономических агентов и рынков в глобальной среде.

В результате освоения дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» обучающийся должен:

• **знать:**

- области практического применения методов снижения размерности и многомерной классификации.
- основные понятия, определения, правила действий с многомерными генеральными совокупностями и выборками;
- метод главных компонент, методы факторного, кластерного и дискриминантного анализа для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании социально-экономических процессов;
- современные программные продукты, применяемые для решения задач снижения размерности и многомерной классификации;

• **уметь:**

- применять современные информационные технологии решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании социально-экономических процессов;
- решать практические задачи преобразования и снижения размерности пространства исходных признаков, выделения главных компонент;
- решать задачи классификации многомерных наблюдений и выделения групп однородных объектов - кластеров;

• **владеть:**

- навыками применения пакетов прикладных программ для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании социально-экономических процессов;
- навыками осуществления корректной интерпретации полученных данных.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Структура дисциплины

очная форма обучения

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Вид учебной работы | Трудоемкость по семестрам |
| | 3 |
| | 108 часов |
| Аудиторные занятия (всего) | 40 |
| Занятия лекционного типа | 8 |
| Занятия семинарского типа | 32 |
| Самостоятельная работа (всего) | 67,75 |
| Промежуточная аттестация | 0,25 |
| Вид промежуточной аттестации | Зачет |

заочная форма обучения

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Вид учебной работы | Трудоемкость по семестрам |
| | 3 |
| | 108 часов |
| Аудиторные занятия (всего) | 10 |
| Занятия лекционного типа | 2 |
| Занятия семинарского типа | 8 |
| Самостоятельная работа (всего) | 97,75 |
| Промежуточная аттестация | 0,25 |
| Вид промежуточной аттестации | Зачет |

4.2. Учебно-тематический план дисциплины

очная форма обучения

| Номер раздела | Наименование темы | Часов по учебной (рабочей) программе | | | | | Отрабатываемые компетенции |
|---------------|--|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--|----------------------------|
| | | Всего в уч. плане по теме | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа студента и контроль | |
| | | | Всего | в том числе | | | |
| | | | | Лекции (все-го/интеракт.) | Занятия семинарского типа | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Задача снижения размерности: метод главных компонент | 27 | 10 | 2 | 8 | 17 | ПК-4, ПК-5 |
| 2 | Задача снижения размерности: факторный анализ | 27 | 10 | 2 | 8 | 17 | ПК-4, ПК-5 |
| 3 | Задача классификации: | 27 | 10 | 2 | 8 | 17 | ПК-4, ПК-5 |

| | | | | | | | |
|---|--|------------|-----------|----------|-----------|--------------|---------------|
| | дискриминантный анализ | | | | | | |
| 4 | Задача классификации: кластерный анализ | 26,75 | 10 | 2 | 8 | 16,75 | ПК-4, ПК-5 |
| | Промежуточная аттеста- ция | 0,25 | | | | | |
| | Итого | 108 | 40 | 8 | 32 | 67,75 | |

заочная форма обучения

| Номер раздела | Наименование темы | Часов по учебной (рабочей) программе | | | | | Отрабатываемые компетенции |
|---------------|--|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------|--|----------------------------|
| | | Всего в уч. плане по теме | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа студента и контроль | |
| | | | Всего | в том числе | | | |
| | | Лекции (все-го/интеракт.) | | Занятия семинарского типа | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Задача снижения размерности: метод главных компонент | 27 | 2,5 | 0,5 | 2 | 24,5 | ПК-4, ПК-5 |
| 2 | Задача снижения размерности: факторный анализ | 27 | 2,5 | 0,5 | 2 | 24,5 | ПК-4, ПК-5 |
| 3 | Задача классификации: дискриминантный анализ | 27 | 2,5 | 0,5 | 2 | 24,5 | ПК-4, ПК-5 |
| 4 | Задача классификации: кластерный анализ | 26,75 | 2,5 | 0,5 | 2 | 24,25 | ПК-4, ПК-5 |
| | Промежуточная аттеста- ция | 0,25 | | | | | |
| | Итого | 108 | 10 | 2 | 8 | 97,75 | |

4.3. Содержание дисциплины

ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ

Тема 1. Задача снижения размерности: метод главных компонент

Линейная модель метода главных компонент. Получение матрицы весовых коэффициентов по алгоритму метода главных компонент. Собственные значения матрицы парных коэффициентов корреляции и соответствующие им

собственные векторы. Определение числа главных компонент, вносящих максимальный вклад в объясняющую часть общей дисперсии.

Тема 2. Задача снижения размерности: факторный анализ

Линейная модель факторного анализа. Различие предпосылок компонентного и факторного анализа. Компоненты дисперсии в факторном анализе. Преобразование корреляционной матрицы в факторном анализе. Методы расчета общностей. Получение и использование матрицы нагрузок и матрицы индивидуальных значений.

Метод главных факторов. Получение первого главного фактора. Использование методов вращения.

Тема 3. Задача классификации: дискриминантный анализ

Классификация с обучением. Обучающие выборки. Математическое описание метода дискриминантного анализа.

Линейный дискриминантный анализ при известных параметрах многомерного нормального закона распределения. Вероятность ошибочной классификации с помощью дискриминантной функции. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков. Пошаговый дискриминантный анализ.

Тема 4. Задача классификации: кластерный анализ

Задача многомерной классификации объектов исследования. Классификация без обучения. Расстояние между объектами. Меры близости между объектами. Меры близости между кластерами.

Иерархические кластерные процедуры. Метод К-средних.

ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Тема 1. Задача снижения размерности: метод главных компонент

Алгоритм метода главных компонент. Собственные векторы и собственные значения корреляционной матрицы и их использование для получения матрицы весовых коэффициентов.

Получение и использование матрицы индивидуальных значений главных компонент. Построение регрессии на главных компонентах.

Использование метода главных компонент в экономических исследованиях. Экономическая интерпретация главных компонент. Решение задачи снижения размерности методом главных компонент средствами MS Excel и Statistica.

Тема 2. Задача снижения размерности: факторный анализ

Линейная модель факторного анализа. Компоненты дисперсии в факторном анализе. Методы расчета общностей. Получение и использование матрицы нагрузок и матрицы индивидуальных значений.

Метод главных факторов. Использование методов вращения.

Экономическая интерпретация общих факторов. Использование факторного анализа в социально-экономических исследованиях. Решение задачи снижения размерности методами факторного анализа средствами MS Excel и Statistica.

Выполнение лабораторной работы №1 «Решение задачи снижения размерности».

Тема 3. Задача классификации: дискриминантный анализ

Линейный дискриминантный анализ при известных параметрах многомерного нормального закона распределения. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков. Пошаговый дискриминантный анализ.

Применение дискриминантного анализа в социально-экономических исследованиях. Решение задачи классификации методами дискриминантного анализа средствами MS Excel и Statistica.

Тема 4. Задача классификации: кластерный анализ

Классификация без обучения. Расстояние между объектами. Меры близости между объектами. Меры близости между кластерами.

Классификация признаков на основе матриц коэффициентов статистической связи между ними.

Иерархические кластерные процедуры. Построение дендрограммы.

Метод К-средних.

Классификация объектов в социальных и экономических исследованиях. Решение задачи классификации методами кластерного анализа средствами MS Excel и Statistica.

Выполнение лабораторной работы №2 «Решение задачи многомерной классификации».

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы по направлению подготовки 38.04.02 "Менеджмент" (программа – Управление проектами) у выпускника должны быть сформированы профессиональные компетенций в соответствии с практической и научно-исследовательской деятельностью.

В процессе изучения дисциплины «Эконометрика (продвинутый уровень)» формируются следующие компетенции, закреплённые за дисциплиной ОП ВО:

а) профессиональные компетенции (ПК)

• ПК-4 – способность использовать количественные и качественные методы для проведения прикладных исследований и управления бизнес-процессами, готовить аналитические материалы по результатам их применения;

Данная компетенция формируется в процессе изучения следующих дисциплин:

- Методы исследований в менеджменте
- Финансовый анализ проектов
- Современные методы социологических исследований
- Статистические методы в научных исследованиях
- Управление государственными и социальными проектами
- Эконометрика (продвинутый уровень)
- Социально-экономическое прогнозирование
- Управление общественными отношениями
- Оценка и развитие бизнеса (продвинутый уровень)
- Управление финансами и бюджетирование
- Организация бухгалтерского и управленческого учета на предприятии
- Актуальные проблемы демографии
- Маркетинговые стратегии и маркетинговый анализ в управлении проектами
- Антикризисное управление (продвинутый уровень)

• ПК-5 – владение методами экономического и стратегического анализа поведения экономических агентов и рынков в глобальной среде.

Данная компетенция формируется в процессе изучения следующих дисциплин:

- Современный стратегический анализ
- Корпоративные финансы (продвинутый уровень)
- Финансовый анализ проектов
- Управленческая экономика
- Эконометрика (продвинутый уровень)
- Управление инвестициями на базе информационных технологий
- Управление изменениями (продвинутый уровень)
- Оценка и развитие бизнеса (продвинутый уровень)
- Управление финансами и бюджетирование
- Организация бухгалтерского и управленческого учета на предприятии
- Актуальные проблемы демографии
- Маркетинговые стратегии и маркетинговый анализ в управлении проектами
- Антикризисное управление (продвинутый уровень)

Схема фонда оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, отражающая этапы формирования компетенций

| <i>№ п/п</i> | <i>Раздел рабочей программы дисциплины</i> | <i>Контролируемые компетенции (или их части)</i> | <i>Оценочное средство (№ тестового задания, № задачи для самостоятельной работы, № вопроса к зачету)</i> |
|------------------|--|--|--|
| 1 | Задача снижения размерности: метод главных компонент | ПК-4, ПК-5 | Тестовые задания: 1-13 Задачи для самостоятельной работы: 1-3 Вопросы к зачету – 1-6 |
| 2 | Задача снижения размерности: факторный анализ | ПК-4, ПК-5 | Тестовые задания: 14-20 Задачи для самостоятельной работы: 4-7 Вопросы к зачету – 7-13 |
| 3 | Задача классификации: дискриминантный анализ | ПК-4, ПК-5 | Тестовые задания: 21-27 Задачи для самостоятельной работы: 8-12 Вопросы к зачету – 14-18 |
| 4 | Задача классификации: кластерный анализ | ПК-4, ПК-5 | Тестовые задания: 28-37 Задачи для самостоятельной работы: 13-22 Вопросы к зачету – 19-25 |

5.2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

| <i>Структурный элемент компетенции</i> | <i>Уровень освоения компетенций</i> | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Средний уровень</i> | <i>Высокий уровень</i> |
| Профессиональные компетенции | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ПК-4 – способность использовать количественные и качественные методы для проведения прикладных исследований и управления бизнес-процессами, готовить аналитические материалы по результатам их применения; | | | |

| | | | |
|---|--|---|---|
| Знать | области практического применения методов снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; | современные информационные технологии подготовки исходных данных и выполнения расчетов для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; | интерпретацию полученных данных по результатам решения задач снижения размерности и многомерной классификации с применением современных информационных технологий при исследовании бизнес- процессов; |
| Уметь | осуществлять подготовку исходных данных и выполнять расчеты для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; | выполнять расчеты для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; частично интерпретировать полученные результаты | выполнять расчеты для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; в полном объеме интерпретировать полученные результаты |
| Владеть навыками | навыками подготовки исходных данных для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; | навыками выполнения расчетов для решения задач снижения размерности и многомерной классификации при исследовании бизнес- процессов; | навыками выполнения расчетов для решения задач снижения размерности и многомерной классификации и интерпретации полученных результатов при исследовании бизнес- процессов |
| Оценка | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| <ul style="list-style-type: none"> ПК-5 – владение методами экономического и стратегического анализа поведения экономических агентов и рынков в глобальной среде | | | |
| Знать | основные понятия, определения, правила действий с многомерными генеральными совокупностями и выборками | в дополнение к пороговому уровню: метод главных компонент для решения задачи снижения размерности; кластерный анализ для решения задачи многомерной классификации объектов | в дополнение к пороговому уровню: метод главных компонент, методы факторного, кластерного и дискриминантного анализа |

| | | | |
|-------------------------|--|--|--|
| Уметь | осуществлять постановку задачи снижения размерности и многомерной классификации объектов | решать практические задачи снижения размерности методом главных компонент и задачи многомерной классификации объектов методами кластерного анализа | решать практические задачи снижения размерности методом главных компонент и методами факторного анализа; задачи многомерной классификации объектов методами кластерного и дискриминантного анализа |
| Владеть навыками | постановки задачи снижения размерности и многомерной классификации объектов | решения практических задач снижения размерности методом главных компонент и задач многомерной классификации объектов методами кластерного анализа | решения практических задач снижения размерности методом главных компонент и методами факторного анализа; задач многомерной классификации объектов методами кластерного и дискриминантного анализа |
| Оценка | <i>удовлетворительно</i> | <i>хорошо</i> | <i>отлично</i> |

5.3. Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирования компетенций по данной дисциплине.

5.3.1. Тестовые задания по дисциплине.

1. Задача определения линейных комбинаций случайных величин, имеющих максимально возможную дисперсию, решается с помощью:
 - а) кластерного анализа;
 - б) дисперсионного анализа;
 - в) метода главных компонент;
 - г) факторного анализа.

2. В основном уравнении метода главных компонент $Y = AF$, матрица A является:
 - а) корреляционной матрицей;
 - б) матрицей факторных нагрузок;
 - в) матрица центрированных значений переменных;
 - г) матрица нормированных значений переменных.

3. Применение метода главных компонент позволило выделить три компоненты. Собственные значения получились равны: $\lambda_1=1,66$, $\lambda_2=1,04$. Тогда третье собственное значение равно ____.

4. Финансовая устойчивость предприятия характеризуется $p=4$ показателями. В результате расчетов получены собственные значения трех первых главных компонент нормированных исходных показателей: $\lambda_1=2,0$, $\lambda_2=1,2$, $\lambda_3=0,5$. Чему равно четвертое собственное значение:
- 0,1;
 - 0,2;
 - 0,3;
 - 0,4.
5. По данным предыдущей задачи определите относительный вклад двух первых главных компонент (в %):
- 50,0;
 - 32,0;
 - 80,0;
 - 82,0.
6. Финансовая устойчивость предприятия характеризуется $p=8$ показателями. В результате расчетов получены собственные значения трех первых главных компонент нормированных исходных показателей: $\lambda_1=4,0$, $\lambda_2=1,6$, $\lambda_3=0,8$. Чему равен относительный вклад двух первых главных компонент (в %):
- 30;
 - 70;
 - 60;
 - 80.
7. Деятельность n предприятий региона характеризуется четырьмя показателями. При проведении анализа методом главных компонент по матрице R получены собственные значения, одно из которых оказалось пропущено: 1,2; 1,4; 0,6.
Чему равно собственное значение λ_3 , соответствующее третьей главной компоненте:
- 2,5;
 - 1,2;
 - 0,4;
 - 0,8.
8. Матрица факторных нагрузок A для главных компонент, построенных по трем нормированным показателям, равна:
- $$A = \begin{pmatrix} -0,72 & 0,69 & -0,08 \\ 0,88 & 0,44 & 0,19 \\ 0,96 & 0,12 & -0,24 \end{pmatrix}$$
- Чему равны собственные значения:

- а) -0,72; 0,44; -0,24;
- б) 0,96; 0,44; -0,08;
- в) 2,2; 0,7; 0,1;
- г) 2,2; 2,9; 3,0.

9. Матрица факторных нагрузок A для главных компонент, построенных по трем нормированным показателям, равна:

$$A = \begin{pmatrix} -0,72 & 0,69 & -0,08 \\ 0,88 & 0,44 & 0,19 \\ 0,96 & 0,12 & -0,24 \end{pmatrix}$$

Чему равен относительный вклад второй главной компоненты $z^{(2)}$ в суммарную дисперсию (в %):

- а) 74;
- б) 37;
- в) 4;
- г) 23.

10. Матрица факторных нагрузок A для главных компонент, построенных по трем нормированным показателям, равна:

$$A = \begin{pmatrix} -0,74 & 0,63 & -0,24 \\ 0,56 & 0,81 & 0,19 \\ 0,95 & 0,02 & -0,30 \end{pmatrix}$$

Чему равен относительный вклад третьей главной компоненты $z^{(3)}$ в суммарную дисперсию (в %):

- а) 59;
- б) 41;
- в) 6;
- г) 35

11. В матрице факторных нагрузок A оказались пропущены элементы a_{13} , a_{22} , a_{31} :

$$A = \begin{pmatrix} -0,90 & -0,30 & a_{13} \\ -0,54 & a_{22} & 0,03 \\ a_{31} & 0,20 & 0,33 \end{pmatrix}$$

Чему равно собственное значение λ_3 , соответствующее третьей главной компоненте $z^{(3)}$:

- а) 1,95;
- б) 0,63;
- в) 0,21;
- г) 0,84.

12. В каких пределах меняются элементы матрицы A факторных нагрузок:
- $(-1;0)$;
 - $(0;1)$;
 - $(-1;1)$;
 - $(0;2)$.
13. При исследовании взаимосвязи двух показателей x_1 и x_2 получен коэффициент корреляции $r_{12}=0,9$. Чему равно собственное значение λ_1 , соответствующее первой главной компоненте, построенной по нормированным показателям x_1 и x_2 :
- 0,1;
 - 1,9;
 - 1,8;
 - 0,2.
14. К методам снижения размерности относятся:
- методы дискриминантного анализа;
 - методы множественного регрессионного анализа;
 - методы факторного анализа
 - метод главных компонент.
15. В рамках факторного анализа выбор числа факторов осуществляется на основе:
- критерия Кайзера;
 - критерия Фишера;
 - критерия Стьюдента.
 - критерия каменистой осыпи;
16. Матрица факторных нагрузок A имеет вид: $A = \begin{vmatrix} 0,9763 & -0,2166 \\ 0,9763 & 0,2166 \end{vmatrix}$. Это говорит о том, что:
- первая главная компонента тесно связана с первой исходной переменной, а вторая – со второй переменной;
 - первая главная компонента тесно связана со второй исходной переменной, а вторая – с первой переменной;
 - первая главная компонента тесно связана с обеими исходными переменными;
 - вторая главная компонента тесно связана с обеими исходными переменными.
17. Деятельность n предприятий региона характеризуется четырьмя показателями. При проведении факторного анализа получены следующие собственные значения: 1,4; 1,2; 0,8; 0,6. Сколько компонент следует оставить для дальнейшей экономической интерпретации в соответствии с критерием Кайзера:

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

18. В ходе проведения факторного анализа была получена матрица факторных нагрузок, представленная в таблице 1.

Таблица 1.

| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----|----------|-----------|-----------|
| X1 | 0,243157 | -0,073728 | -0,967181 |
| X2 | 0,058160 | 0,996079 | 0,066662 |
| X3 | 0,967990 | 0,064418 | -0,242582 |

Данные матрицы указывают, на то что:

Фактор 1 тесно связан с исходной переменной ____; Фактор 2 тесно связан с исходной переменной ____; Фактор 3 тесно связан с исходной переменной ____.

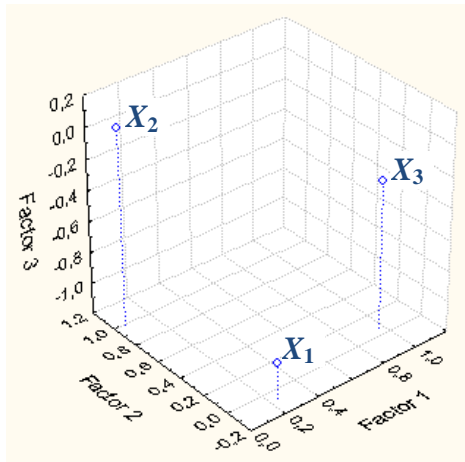
19. Проанализируйте приведенные в таблице 2 данные и выберите верные утверждения:

Таблица 2.

| | Eigenvalue | % Total | Cumulative | Cumulative |
|---|------------|----------|------------|------------|
| 1 | 1,465678 | 48,85592 | 1,465678 | 48,8559 |
| 2 | 1,050016 | 35,00053 | 2,515694 | 83,8565 |
| 3 | 0,484306 | 16,14355 | 3,000000 | 100,0000 |

- а) следует рассматривать только первую главную компоненту, т.к. первое собственное значение является наибольшим;
- б) следует рассматривать только первые две главные компоненты, т.к. третье собственное значение меньше 1;
- в) вклад двух первых главных компонент в суммарную дисперсию составляет 83,85%;
- г) вклад двух первых главных компонент в суммарную дисперсию составляет 35,00%.

20. В ходе проведения факторного анализа был получен график значений факторных нагрузок:



Укажите верные утверждения:

- а) вторая главная компонента наиболее тесно связана с исходным фактором X_2 ;
- б) третья главная компонента наиболее тесно связана с исходным фактором X_3 ;
- в) первая главная компонента наиболее тесно связана с исходным фактором X_3 , а третья главная компонента наиболее тесно связана с исходным фактором X_1 ;
- г) первая главная компонента наиболее тесно связана с исходным фактором X_1 , а третья главная компонента наиболее тесно связана с исходным фактором X_3 .

21. К методам многомерной классификации относятся:

- а) методы дискриминантного анализа;
- б) методы множественного регрессионного анализа;
- в) методы кластерного анализа
- г) метод главных компонент.

22. При решении задачи классификации для определения однородности объектов используются следующие правила вычисления расстояния $\rho(X_i, X_j)$ между любой парой исследуемых объектов (X_1, X_2, \dots, X_n) :

- а) Евклидово расстояние;
- б) Декартово расстояние
- в) расстояние Махаланобиса;
- г) расстояние Эйлера.

23. Если располагают не только классифицируемыми данными, но и обучающими выборками, то имеем задачу:

- а) «классификации с обучением», решаемую методами дискриминантного анализа;
- б) «классификации без обучения», решаемую методами дискриминантного анализа;

- в) «классификации с обучением», решаемую методами кластерного анализа;
- г) «классификации без обучения», решаемую методами кластерного анализа.

24. Расставьте в порядке выполнения этапы проведения классификации объектов с помощью дискриминантного анализа:
- 1) получить вектор оценок коэффициентов дискриминантной функции;
 - 2) определить оценку константы С;
 - 3) найти оценки векторов средних X, Y;
 - 4) найти оценки ковариационных матриц Sx и Sy;
 - 5) определить несмещенную оценку суммарной ковариационной матрицы S и обратной матрицы S-1;
 - 6) найти оценки значений дискриминантной функции Ux и Uy для матриц исходных данных X и Y.
 - 7) вычислить оценки значений дискриминантной функции для группы оставшихся предприятий и провести их классификацию.
25. По данным квадратов расстояний в таблице 3, определите к какой группе предприятий (А или В) следует отнести объекты №№10, 11, 12 и выберите верное утверждение:

Таблица 3.

| Case | Squared Mahalanobis Distances from Centroids | | |
|------|--|---------------|---------------|
| | Observed Classif. | A p=,44444 | B p=,55556 |
| 1 | A | 0,08121 | 18,36675 |
| 2 | A | 2,29354 | 18,15456 |
| 3 | A | 0,35326 | 17,26823 |
| 4 | A | 2,79772 | 26,14334 |
| 5 | B | 16,17983 | 1,35416 |
| 6 | B | 35,07247 | 4,61792 |
| 7 | B | 10,77752 | 2,04492 |
| 8 | B | 10,85162 | 2,17333 |
| 9 | B | 35,60175 | 5,28394 |
| 10 | --- | 20,67794 | 5,82772 |
| 11 | --- | 20,60585 | 7,13548 |
| 12 | --- | 8,75982 | 38,96754 |

- а) объект №10 следует отнести к группе предприятий А, объект №11 - к группе предприятий А, объект №12 - к группе предприятий В;
- б) объект №10 следует отнести к группе предприятий А, объект №11 - к группе предприятий В, объект №12 - к группе предприятий В;
- в) объект №10 следует отнести к группе предприятий В, объект №11 - к группе предприятий В, объект №12 - к группе предприятий А;
- г) объект №10 следует отнести к группе предприятий В, объект №11 - к группе предприятий А, объект №12 - к группе предприятий А.

26. В рамках дискриминантного анализа для определения той группы, к которой наиболее вероятно принадлежит новый объект, вычисляются:

- а) функции спроса;
 б) функции классификации;
 в) коэффициенты эластичности;
 г) коэффициенты корреляции.
27. Наблюдение считается принадлежащим той группе, для которой получено:
 а) наибольшее значение функции классификации или наименьшее значение апостериорной вероятности;
 б) наибольшее значение функции классификации или наивысшее значение апостериорной вероятности;
 в) наибольшее значение функции классификации или наибольшее значение апостериорной вероятности;
 г) наименьшее значение функции классификации или наивысшее значение апостериорной вероятности.
28. В соответствии с принципом «дальнего соседа» вычисление расстояния между кластерами осуществляется по формуле:
 а) $\rho_{\max}(S_l, S_m) = \max_{\substack{x_i \in S_l \\ x_j \in S_m}} \rho(x_i, x_j)$;
 б) $\rho(S_l, S_m) = \rho(\bar{x}_l, \bar{x}_m)$;
 в) $\rho_{cp}(S_l, S_m) = \frac{1}{n_l n_m} \cdot \sum_{x_i \in S_l} \sum_{x_j \in S_m} \rho(x_i, x_j)$;
 г) $\rho_{\min}(S_l, S_m) = \min_{\substack{x_i \in S_l \\ x_j \in S_m}} \rho(x_i, x_j)$.
29. Как называется графическое представление результатов иерархического кластерного анализа:
 а) гистограмма;
 б) коррелограмма;
 в) дендрограмма;
 г) блок-схема.
30. Для решения задачи разбиения многомерных наблюдений на заданное число однородных групп применяется метод:
 а) дискриминантного анализа;
 б) иерархического кластерного анализа;
 в) k -средних кластерного анализа;
 г) главных компонент.
31. В кластер S_l входят 4 объекта, расстояние от которых до объекта №5 составляет соответственно 2, 5, 6, и 7.
 Чему равно расстояние от объекта №5 до кластера S_l , если исходить их принципа «ближнего соседа»:

- а) 2;
- б) 5;
- в) 6;
- г) 7.

32. Определить по данным **теста 31** расстояние от объекта №5 до кластера S_1 , исходя из принципа «дальнего соседа»:

- а) 2;
- б) 5;
- в) 6;
- г) 7.

33. Определить по данным **теста 31** расстояние от объекта №5 до кластера S_1 , исходя из принципа «средней связи»:

- а) 2;
- б) 5;
- в) 6;
- г) 7.

34. Расстояние между пятью объектами характеризуется матрицей расстояний:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 2,2 & 3,0 & 5,1 & 5,8 \\ 2,2 & 0 & 1,4 & 4,0 & 6,4 \\ 3,0 & 1,4 & 0 & 6,4 & 7,8 \\ 5,1 & 5,0 & 6,4 & 0 & 2,0 \\ 5,8 & 6,4 & 7,8 & 2,0 & 0 \end{pmatrix}$$

Чему равно расстояние между кластерами $S_{1,2}$ и $S_{3,4,5}$, в которые входят соответственно объекты (1,2) и (3,4,5), если исходить из принципа «ближнего соседа»:

- а) 2,2;
- б) 3,0;
- в) 1,4;
- г) 2,0.

35. По данным **теста 34** определите, чему равно расстояние между кластерами $S_{1,2}$ и $S_{3,4,5}$, если исходить из принципа «дальнего соседа»:

- а) 5,8;
- б) 5,1;
- в) 7,8;
- г) 6,4.

36. Чему равно по данным **теста 34** расстояние между кластерами $S_{1,2}$ и $S_{3,4,5}$, если исходить из принципа «средней связи»:

- а) 4,45;

- б) 3,37;
- в) 4,89;
- г) 2,86.

37. Данные о четырех фирмах, деятельность которых характеризуется показателями x_1 и x_2 , представленными в таблице 4.

Таблица 4.

| | | | | |
|----------|---|---|---|---|
| i | 1 | 2 | 3 | 4 |
| X_{i1} | 1 | 7 | 1 | 9 |
| X_{i2} | 5 | 9 | 3 | 7 |

Чему равно расстояние между 1-м и 2-м объектами, если в качестве метрики принять обычное евклидово расстояние:

- а) 3,78;
- б) 9,34;
- в) 7,21;
- г) 5,19.

5.3.2. Задачи для самостоятельной подготовки

Задача 1.

Хозяйственная деятельность предприятий характеризуется следующими показателями, приведенными в таблице 5.

Таблица 5.

| № п/п | Общие затраты на 1 руб. продукции, X_1 | Фондоотдача, X_2 |
|-------|--|--------------------|
| 1 | 0,92 | 0,51 |
| 2 | 0,72 | 0,59 |
| 3 | 0,83 | 1,03 |
| 4 | 0,81 | 1,21 |
| 5 | 0,82 | 0,63 |
| 6 | 0,93 | 0,68 |
| 7 | 0,84 | 0,57 |
| 8 | 0,89 | 1,52 |
| 9 | 0,89 | 1,04 |
| 10 | 0,95 | 0,99 |

Требуется:

1. ранжировать предприятия по первой главной компоненте;
2. графически изобразить предприятия в пространстве двух главных компонент. Дать экономическую интерпретацию полученным результатам.

Задача 2.

Значения экономических показателей, отражающих работу предприятий, приведены в таблице 6.

Таблица 6.

| № п/п | Фондоотдача, X_1 | Среднегодовая заработная плата на единицу ППП, X_2 |
|-------|--------------------|---|
| 1 | 0,98 | 2,24 |
| 2 | 0,73 | 2,29 |
| 3 | 0,73 | 2,40 |
| 4 | 1,47 | 2,46 |
| 5 | 0,75 | 2,58 |
| 6 | 0,81 | 2,18 |
| 7 | 0,83 | 2,12 |
| 8 | 0,92 | 2,10 |
| 9 | 0,46 | 2,29 |
| 10 | 1,11 | 2,36 |

Требуется:

1. определить собственные значения главных компонент и их вклад в суммарную дисперсию исходных показателей;
2. определить ортогональную матрицу собственных векторов корреляционной матрицы R ;
3. дать экономическую интерпретацию главных компонент.

Задача 3.

Значения экономических показателей, отражающих работу предприятий, приведены в таблице 7.

Таблица 7.

| № п/п | Удельный вес рабочих в стае ППП, X_1 | Удельный вес покупных изделий, X_2 | Премии и вознаграждения на одного работника, X_3 |
|-------|---|---|---|
| 1 | 0,68 | 0,33 | 0,82 |
| 2 | 0,74 | 0,25 | 0,84 |
| 3 | 0,66 | 0,32 | 0,67 |
| 4 | 0,72 | 0,02 | 1,04 |
| 5 | 0,68 | 0,06 | 0,66 |
| 6 | 0,77 | 0,15 | 0,86 |
| 7 | 0,78 | 0,08 | 0,79 |
| 8 | 0,78 | 0,20 | 0,34 |
| 9 | 0,81 | 0,20 | 1,60 |
| 10 | 0,79 | 0,30 | 1,46 |

Требуется:

1. определить собственные значения главных компонент и их вклад в суммарную дисперсию исходных показателей;
2. определить ортогональную матрицу собственных векторов корреляционной матрицы R ;
3. дать экономическую интерпретацию главных компонент.

Задача 4.

Составьте уравнения для факторного анализа при $n=5$ и $m=2$.

Задача 5.

Определите вклады общих факторов и характерного фактора в дисперсию y_1 , если $y_1 = 0,5f_1 + 0,8f_2 + 0,33v_1$.

Задача 6.

По данным предыдущей задачи найдите общность.

Задача 7.

По данным выборки из трехмерной генеральной совокупности (X_1, X_2, X_3) для нормированных признаков рассчитана матрица факторных нагрузок A :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & 0,68 & -0,14 \\ 0,88 & a_{22} & 0,18 \\ 0,95 & 0,14 & a_{33} \end{pmatrix}$$

в которой оказались пропущены диагональные элементы a_{11} , a_{22} и a_{33} .

Известно, что $a_{11} < 0$, $a_{22} > 0$ и $a_{33} < 0$.

Требуется:

1. определить вклад первой главной компоненты $z^{(1)}$ в дисперсию нормированного первого признака x_1 (в %);
2. определить вклад двух первых главных компонент в суммарную дисперсию (в %).

Задача 8.

В таблице 8 представлены группы предприятий с высоким и низким уровнями организации управления производством. Характеризуя деятельность предприятий показателями рентабельности и производительности труда с помощью дискриминантного анализа требуется классифицировать три последних предприятия.

Таблица 8.

| № предприятия | Показатель | Рентабельность, % | Производительность труда, млн. руб./чел. |
|---------------|---------------------------|-------------------|--|
| | Группа предприятий | | |
| 1 | Высокий уровень, X | 23,4 | 9,1 |
| 2 | | 19,1 | 6,6 |
| 3 | | 17,5 | 5,2 |
| 4 | | 17,2 | 10,1 |
| 5 | Низкий уровень, Y | 5,4 | 4,3 |
| 6 | | 6,6 | 5,5 |
| 7 | | 8,0 | 5,7 |
| 8 | | 9,7 | 5,5 |
| 9 | | 9,1 | 6,6 |
| 10 | Подлежат дискриминации, Z | 9,9 | 7,4 |
| 11 | | 14,2 | 9,4 |
| 12 | | 12,9 | 6,7 |

Задача 9

Рассматриваются 12 предприятий, характеризующиеся тремя показателями: производительность труда; удельный вес потерь от брака и фондоотдача. Из этих предприятий отобраны две обучающие выборки: первая включает 4 предприятия группы *A*, вторая – 5 предприятий группы *B*. Значения показателей представлены в таблице 9.

Таблица 9.

| № предприятия | Показатель | Производительность труда, млн. руб./чел. | Удельный вес потерь от брака | Фондоотдача |
|---------------|----------------------------------|--|------------------------------|-------------|
| | Предприятия | | | |
| 1 | Группа <i>A</i> , <i>X</i> | 9,4 | 0,15 | 1,91 |
| 2 | | 9,9 | 0,35 | 1,68 |
| 3 | | 9,1 | 0,09 | 1,89 |
| 4 | | 9,4 | 0,21 | 2,30 |
| 5 | Группа <i>B</i> , <i>Y</i> | 6,6 | 0,48 | 0,88 |
| 6 | | 4,3 | 0,41 | 0,62 |
| 7 | | 7,4 | 0,62 | 1,09 |
| 8 | | 6,6 | 0,50 | 1,32 |
| 9 | | 5,5 | 1,20 | 0,68 |
| 10 | Подлежат дискриминации, <i>Z</i> | 5,5 | 0,05 | 1,02 |
| 11 | | 5,7 | 0,66 | 1,43 |
| 12 | | 10,0 | 0,32 | 2,62 |

Используя данные таблицы, требуется:

- найти оценки векторов средних \bar{X} , \bar{Y} и ковариационных матриц S_x и S_y ;
- определить несмещенную оценку суммарной ковариационной матрицы S и обратной матрицы S^{-1} ;
- получить вектор оценок коэффициентов дискриминантной функции;
- найти оценки значений дискриминантной функции U_x и U_y для матриц исходных данных X и Y .
- определить оценку константы C ;
- вычислить оценки значений дискриминантной функции для группы оставшихся предприятий и провести их классификацию.

Задача 10.

По данным дискриминантного анализа, приведенным в таблице 10, запишите функцию дискриминации.

Таблица 10.

| Variable | Classification Functions; c | |
|----------|-----------------------------|---------------|
| | A p=,44444 | B p=,55556 |
| X1 | 3,6188 | 1,1606 |
| X2 | -0,3955 | 0,9626 |
| X3 | 24,7028 | 9,6220 |
| Constant | -58,2229 | -12,1645 |

Задача 11.

По данным апостериорной вероятности, представленным в таблице 11, определите, к какой группе предприятий (А или В) следует отнести объекты №10, 11, 12.

Таблица 11.

| Case | Posterior Probabilities (Spreadsheet) | | |
|------|---------------------------------------|---------------|---------------|
| | Observed Classif. | A p=,44444 | B p=,55556 |
| 1 | A | 0,999866 | 0,000134 |
| 2 | A | 0,999551 | 0,000449 |
| 3 | A | 0,999735 | 0,000265 |
| 4 | A | 0,999989 | 0,000011 |
| 5 | B | 0,000483 | 0,999517 |
| 6 | B | 0,000000 | 1,000000 |
| 7 | B | 0,010056 | 0,989944 |
| 8 | B | 0,010330 | 0,989670 |
| 9 | B | 0,000000 | 1,000000 |
| 10 | --- | 0,000477 | 0,999523 |
| 11 | --- | 0,000950 | 0,999050 |
| 12 | --- | 1,000000 | 0,000000 |

Задача 12.

По данным квадратов расстояний, приведенным в таблице 12, определите к какой группе предприятий (А или В) следует отнести объекты №№10, 11, 12.

Таблица 12.

| Case | Squared Mahalanobis Distances from (C) | | |
|------|--|---------------|---------------|
| | Observed Classif. | A p=,44444 | B p=,55556 |
| 1 | A | 3,29307 | 59,55312 |
| 2 | A | 1,10709 | 36,08079 |
| 3 | A | 2,70550 | 39,94992 |
| 4 | A | 5,16133 | 39,98742 |
| 5 | B | 51,47966 | 1,21896 |
| 6 | B | 57,18224 | 1,71951 |
| 7 | B | 35,35854 | 0,41123 |
| 8 | B | 22,64223 | 3,53296 |
| 9 | B | 46,20067 | 1,85035 |
| 10 | --- | 33,99386 | 1,65846 |
| 11 | --- | 15,94032 | 11,67849 |
| 12 | --- | 14,54077 | 47,11401 |

Задача 13.

При решении задачи классификации получена следующая матрица расстояний:

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 3,61 & 7,21 & 10,05 & 11,05 \\ 3,61 & 0 & 4,12 & 8,94 & 9,22 \\ 7,21 & 4,12 & 0 & 6,40 & 5,83 \\ 10,05 & 8,94 & 6,40 & 0 & 2,24 \\ 11,05 & 9,22 & 5,83 & 2,24 & 0 \end{pmatrix}$$

Задание:

1. Определите, какие объекты следует объединить в один кластер на первом шаге.
2. Вычислите матрицу расстояний для следующего шага, используя Евклидову метрику и принцип «ближнего соседа».

Задача 14.

Используя данные предыдущей задачи, вычислите матрицу расстояний для следующего шага, используя Евклидову метрику и принцип «дальнего соседа».

Задача 15.

По иерархическому агломеративному алгоритму проведите классификацию 6 предприятий, деятельность которых характеризуется показателями: X_1 – рентабельности (%), X_2 – производительности труда. Значения показателей представлены в таблице 13.

Таблица 13.

| № предприятия | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|------|------|-----|------|-----|-----|
| X_1 | 23,4 | 17,5 | 9,7 | 18,2 | 6,6 | 8,0 |
| X_2 | 9,1 | 5,2 | 5,5 | 9,4 | 7,5 | 5,7 |

В качестве расстояния между объектами принять:

- 1) обычное евклидово расстояние;
- 2) взвешенное евклидово расстояние с весами $w_1=0,3$ и $w_2=0,7$.

Расстояние между кластерами определить по принципу:

- а) «ближнего соседа»;
- б) «центра тяжести групп».

Задача 16.

По иерархическому агломеративному алгоритму проведите классификацию 6 регионов по уровню медицинского обслуживания населения, который характеризуется показателями: X_1 – число врачей на 10 тыс. жителей, X_2 – число больничных коек на 10 тыс. жителей. Значения показателей представлены в таблице 14.

Таблица 14.

| № предприятия | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| X_1 | 34,8 | 31,2 | 32,1 | 35,7 | 30,2 | 34,2 |
| X_2 | 126 | 112 | 123 | 128 | 115 | 123 |

В качестве расстояния между объектами принять:

- 1) обычное евклидово расстояние;
- 2) взвешенное евклидово расстояние с весами $w_1=0,4$ и $w_2=0,6$.

Расстояние между кластерами определить по принципу:

- а) «ближнего соседа»;
- б) «дальнего соседа».

Задача 17.

По иерархическому агломеративному алгоритму провести классификацию 6 предприятий, работа которых характеризуется показателями X_1 , X_2 , X_3 . Значения показателей представлены в таблице 15.

Таблица 15.

| № предприятия | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| X_1 | 9,4 | 6,6 | 7,4 | 10,0 | 6,6 | 9,1 |
| X_2 | 0,15 | 0,48 | 0,62 | 0,32 | 0,50 | 0,90 |
| X_3 | 1,91 | 0,88 | 1,09 | 2,62 | 1,32 | 1,89 |

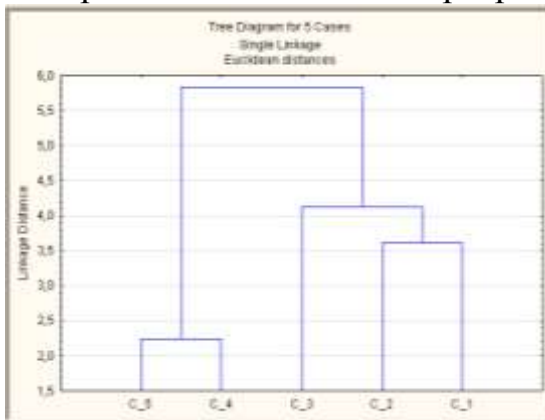
В качестве расстояния между объектами принять обычное евклидово расстояние.

Расстояние между кластерами определить по принципу:

- а) «ближнего соседа»;
- б) «дальнего соседа»;
- в) «средней связи».

Задача 18.

По приведенной ниже дендрограмме определите:



- 1) на сколько кластеров следует разделить изучаемые объекты;
- 2) какие объекты входят в состав каждого кластера.

Задача 19.

В таблице 16 представлены результаты классификации пяти объектов.

Таблица 16.

| linkage distance | Amalgamation Schedule (Spreadsheet1 in Workboo Unweighted pair-group centroid Euclidean distances | | | | |
|------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Obj. No. 1 | Obj. No. 2 | Obj. No. 3 | Obj. No. 4 | Obj. No. 5 |
| 2,236068 | C_4 | C_5 | | | |
| 3,605551 | C_1 | C_2 | | | |
| 4,765716 | C_1 | C_2 | C_3 | | |
| 6,363198 | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |

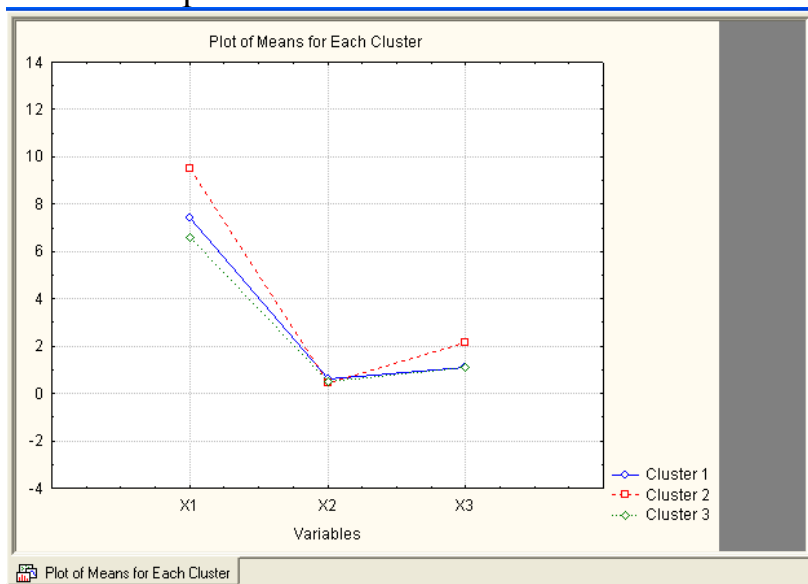
По приведенным данным:

- 1) постройте вертикальную или горизонтальную дендрограмму;
- 2) определите, на сколько кластеров следует разделить изучаемые объекты;

3) какие объекты входят в состав каждого кластера.

Задача 20.

Для классификации объектов методом k -средних кластерного анализа было взято значение $k=3$. По графику средних значений факторов для каждого кластера сделайте предположение о целесообразности классификации объектов на 3 кластера.



Сделайте предположение о целесообразности классификации объектов на 3 кластера по данным матрицы расстояний, приведенной ниже:

| Euclidean Distances between Clusters | | | |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|
| Distances below diagonal | | | |
| Squared distances above diagonal | | | |
| Cluster Number | No. 1 | No. 2 | No. 3 |
| No. 1 | 0,000000 | 1,846393 | 0,219000 |
| No. 2 | 1,358820 | 0,000000 | 3,164237 |
| No. 3 | 0,467974 | 1,778830 | 0,000000 |

Задача 21.

Уровень жизни населения 20 стран характеризуется следующими шестью ($p=6$) показателями:

$x^{(1)}$ – оценка ВВП по паритету покупательной способности на душу населения (в % к США);

$x^{(2)}$ – потребление мяса и мясопродуктов на душу населения (кг);

$x^{(3)}$ – смертность населения по причине болезни органов кровообращения на 100000 населения;

$x^{(4)}$ –расходы на здравоохранение (в % от ВВП);

$x^{(5)}$ – потребление ягод и фруктов на душу населения (кг);

$x^{(6)}$ – потребление хлебопродуктов на душу населения (кг).

Значения показателей представлены в таблице 17.

Таблица 17.

| № п/п | Страна | Показатели | | | | | |
|-------|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | $x^{(1)}$ | $x^{(2)}$ | $x^{(3)}$ | $x^{(4)}$ | $x^{(5)}$ | $x^{(6)}$ |
| 1 | Россия | 55 | 84,98 | 20,4 | 3,2 | 28 | 124 |
| 2 | Австралия | 100 | 30,58 | 71,4 | 8,5 | 121 | 87 |
| 3 | Австрия | 93 | 38,42 | 78,7 | 9,2 | 146 | 74 |
| 4 | Азербайджан | 20 | 60,34 | 12,1 | 3,3 | 52 | 141 |
| 5 | Армения | 20 | 60,22 | 10,9 | 3,2 | 72 | 134 |
| 6 | Белоруссия | 72 | 60,7 | 20,4 | 5,4 | 38 | 120 |
| 7 | Бельгия | 85 | 29,82 | 79,7 | 8,3 | 83 | 72 |
| 8 | Болгария | 65 | 70,57 | 17,3 | 5,4 | 92 | 156 |
| 9 | Великобритания | 67 | 34,51 | 69,7 | 7,1 | 91 | 91 |
| 10 | Венгрия | 73 | 64,73 | 24,5 | 6 | 73 | 106 |
| 11 | Германия | 88 | 36,63 | 76,2 | 8,6 | 138 | 73 |
| 12 | Греция | 83 | 32,84 | 44,44 | 5,7 | 99 | 108 |
| 13 | Грузия | 21 | 62,64 | 11,3 | 3,5 | 55 | 140 |
| 14 | Дания | 98 | 34,07 | 79,2 | 6,7 | 89 | 77 |
| 15 | Ирландия | 99 | 39,27 | 57 | 6,7 | 87 | 102 |
| 16 | Испания | 89 | 28,46 | 54,8 | 7,3 | 103 | 72 |
| 17 | Италия | 84 | 30,27 | 72,1 | 8,5 | 169 | 118 |
| 18 | Казахстан | 61 | 69,04 | 13,4 | 3,3 | 10 | 191 |
| 19 | Канада | 98 | 25,42 | 79,9 | 10,2 | 123 | 77 |
| 20 | Киргизия | 46 | 53,13 | 11,2 | 3,4 | 20 | 134 |

1. Используя метод k -средних (при различном числе классов), проведите классификацию стран, т.е. разбейте их на однородные группы по уровню жизни населения.

2. Дайте интерпретацию полученным результатам.

Задача 22.

По данным таблицы 18 проведите классификацию 20 коммерческих банков методом k -средних.

Определите состав каждого кластера, его статистические характеристики. Какие выводы можно сделать на основе проведенного кластерного анализа?

Таблица 18.

| Банк | Прибыль | Собственный капитал | Стоимость чистых активов |
|------|---------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 221 | 475 | 1560 |
| 2 | 139 | 358 | 980 |
| 3 | 337 | 348 | 2405 |
| 4 | 375 | 471 | 3599 |
| 5 | 340 | 400 | 1951 |
| 6 | 258 | 436 | 1728 |
| 7 | 298 | 416 | 1804 |
| 8 | 230 | 479 | 1784 |
| 9 | 139 | 358 | 2745 |
| 10 | 301 | 336 | 1811 |
| 11 | 167 | 374 | 861 |

| | | | |
|----|-----|-----|------|
| 12 | 306 | 771 | 2606 |
| 13 | 265 | 411 | 1649 |
| 14 | 158 | 348 | 979 |
| 15 | 129 | 308 | 828 |
| 16 | 340 | 600 | 1902 |
| 17 | 179 | 312 | 764 |
| 18 | 125 | 260 | 871 |
| 19 | 102 | 278 | 649 |
| 20 | 115 | 277 | 754 |

5.3.3. Вопросы для подготовки к зачету.

1. Метод главных компонент как метод снижения размерности. Регрессия на главных компонентах.
2. Математическая модель метода главных компонент.
3. Алгоритм метода главных компонент.
4. Получение матрицы весовых коэффициентов, собственные значения и собственные векторы.
5. Геометрическая интерпретация главных компонент. Главные компоненты двумерного и трехмерного пространства.
6. Дисперсия исследуемых признаков в методе главных компонент.
7. Линейная модель факторного анализа.
8. Преобразование матрицы парных коэффициентов корреляции в факторном анализе.
9. Методы расчета общностей.
10. Матрица факторных нагрузок.
11. Метод главных факторов. Получение первого главного фактора.
12. Отбор главных факторов, вносящих наибольший вклад в суммарную дисперсию.
13. Методы вращения факторной структуры.
14. Задача многомерной классификации с обучением и без обучения.
15. Сущность метода дискриминантного анализа. Обучающие выборки.
16. Линейный дискриминантный анализ при наличии k -выборок.
17. Пошаговый дискриминантный анализ.
18. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков.
19. Кластерный анализ как метод многомерной классификации.
20. Методы определения расстояний между объектами исследования.
21. Определение расстояния между кластерами в кластерном анализе.
22. Характеристики близости объектов и показателей в кластерном анализе. Функционалы качества разбиения.
23. Иерархические кластер-процедуры.
24. Построение дендрограммы.
25. Метод k -средних.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний умений, навыков

В процессе изучения дисциплины осуществляются следующие виды контроля этапов формирования компетенций:

- **текущий контроль качества** усвоения знаний состоит в выполнении и защите индивидуальных вариантов лабораторных работ на практических занятиях, выполнении домашних заданий и контрольной работы;
- **промежуточная аттестация** – зачет.

Рейтинговая оценка по данной дисциплине определяется по 100-балльной шкале и складывается из текущих оценок посещаемости занятий, степени активности на лекциях и практических занятиях, оценок за защиту лабораторных работ и реферата и оценки за ответ на зачете.

Нормативы балльно-рейтинговой системы:

оценка за посещение лекции — от 0 до 2 баллов;

оценка за посещение и работу на занятии семинарского типа — от 0 до 4 баллов;

написание и защита реферата – от 0 до 25 баллов;

написание и защита лабораторной работы – от 0 до 15 баллов;

ответ на зачете – от 0 до 20 баллов.

По сумме набранных баллов выставляется отметка:

- менее 65 баллов - «незачет»;
- от 65 до 100 баллов - «зачет».

В случае пропуска лекции обучающийся должен подробно переписать ее конспект, либо составить конспект самостоятельно. В случае пропуска практического занятия необходимо выполнить его дома и защитить на занятиях семинарского типа.

Если обучающемуся разрешено деканатом заниматься по индивидуальному учебному плану, то в начале семестра совместно с преподавателем устанавливается график защиты результатов его работы по темам в соответствии с учебным планом изучения дисциплины.

6. Методические рекомендации преподавателям по технологии реализации дисциплины

При чтении лекционного материала занятия могут проходить с использованием:

- **информационно-коммуникационных образовательных технологий: лекция-визуализация** – изложение содержания каждой темы сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в среде программы Microsoft Powerpoint).

На всех занятиях семинарского типа студенты работают индивидуально, в парах или в микрогруппах. С целью повышения эффективности учебного процесса, в ходе семинарских занятий используются:

– **интерактивные технологии**, например, семинар-дискуссия, коллективное обсуждение проблемы, выявление мнений в группе; техника обратной связи;

– **информационно-коммуникационные образовательные технологии**: практическое занятие в форме презентации (представление результатов исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред);

– **инновационные методы**: использование мультимедийных учебников, электронных версий эксклюзивных курсов в преподавании дисциплины; использование медиаресурсов, энциклопедий, электронных библиотек и Интернет; использование программно-педагогических тестовых заданий для проверки знаний студентов и т.д.

Кроме того, инновационные методы также предполагают и **применение методов активного обучения**: интерактивные методы обучения: («метод кейсов», метод проектов), модульно-рейтинговые технологии организации учебного процесса и др.

Кейсы-случаи (занятия на тренажерах) - это очень краткие кейсы, описывающие один случай. Кейсы этого типа могут использоваться во время лекции или урока для демонстрации того или иного понятия или как тема для обсуждения. Их можно быстро прочитать, и обычно они не требуют от студентов специальной подготовки до начала занятий. Кейсы-случаи полезны при знакомстве с методом кейсов.

Вспомогательные кейсы - основная цель которых – передать информацию. Это интереснее, чем традиционное чтение или изучение раздаточного материала. Студенты гораздо лучше воспринимают информацию, представленную в виде кейса, чем, если бы она была в безличном документе. Типичный вспомогательный кейс может быть использован как основа, на базе которой обсуждаются другие кейсы.

Кейсы-упражнения (контекстное обучение) дают обучающемуся возможность применить определенные приемы и широко использовать материал кейсов, когда необходим количественный анализ. Манипулировать цифрами в контексте реальной ситуации гораздо интереснее, чем делать простые упражнения.

Кейсы-примеры, где обучающемуся необходимо проанализировать информацию из кейса и выявить наиболее важные связи между различными составляющими. Обычно здесь встает вопрос: почему все произошло неправильно, и как этого можно было избежать. Комплексные кейсы - описывают ситуации, где значимые аспекты спрятаны в большом количестве информации, большая часть которой несущественная. Задача студента – отделить важные аспекты от мало значимых и не отвлекать на них внимания. Сложность может состоять в том, что выделенные аспекты могут быть взаимосвязаны.

Кейсы-решения, где обучающимся необходимо решить, что они будут делать в сложившихся обстоятельствах, и сформулировать план действий. Для этого обучающемуся необходимо разработать ряд обоснованных подходов и потренироваться в выборе подхода, который больше всего нацелен на успех.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Эконометрика (продвинутый уровень)» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекционного и семинарского типа) и самостоятельной работы студентов.

7.1. Методические указания по подготовке к занятиям лекционного типа

С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом,
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания,
- систематизирует учебный материал,
- ориентирует в учебном процессе.

Подготовка к занятиям лекционного типа заключается в:

- повторении материала предыдущей лекции,
- формулировке вопросов по материалам предыдущей лекции, которые были не в полной мере поняты обучающимся,
- самостоятельном ознакомлении с содержанием следующей лекции.

7.2. Методические указания по подготовке к занятиям семинарского типа

Особенность занятий семинарского типа объясняется логикой их построения, которой студентам необходимо придерживаться. Цель занятий семинарского типа заключается в закреплении знаний, полученных студентами на лекции и самостоятельной работе над литературой, расширении круга знаний.

При подготовке к занятиям семинарского типа следует:

- внимательно прочитать материал лекций относящихся к данному семинарскому занятию, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
- выписать основные термины,
- подготовить развернутый ответ на каждый из контрольных вопросов семинарского занятия,
- уяснить, какие учебные элементы остались неясными и постараться получить на них ответ заранее (до семинарского занятия).

7.3. Методические рекомендации по самостоятельной работе студента

Самостоятельная работа – важная составляющая часть высшего образования. Ее организация во многом определяет эффективность учебного процесса и способствует выработке навыков самообразования.

Самостоятельная работа включает выполнение практических заданий по каждой теме, а также подготовку студентов к занятиям и к зачету. Эта подготовка состоит в знакомстве с содержанием учебных пособий, которые указаны

в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (включая самостоятельную работу)».

7.4. Методические рекомендации по подготовке к зачету

В ходе подготовки к зачету обучающемуся необходимо повторить материал лекций и проработать основную учебную литературу.

В самом начале учебного курса необходимо ознакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- программой по дисциплине;
- перечень компетенций, которыми студент должен владеть;
- учебно-тематическим планом дисциплины;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов к зачету.

Систематическое выполнение учебной работы на лекционных и семинарских занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (включая самостоятельную работу)

а) Основная рекомендуемая литература:

1. Айвазян, С. А. Практикум по многомерным статистическим методам : учебное пособие / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян, В. А. Зехин. — Москва : Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. — 76 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10803.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Цильковский, И. А. Методы анализа знаний и данных : конспект лекций / И. А. Цильковский, В. М. Волкова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 68 с. — ISBN 978-57782-1377-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45385.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 449 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00313-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449677>

б) Дополнительная литература:

1. Ильшев, А. М. Общая теория статистики : учебник / А. М. Ильшев. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 536 с. — ISBN 978-5-238-01446-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:

<http://www.iprbookshop.ru/10504.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Куренков, А. М. Статистика : учебник / А. М. Куренков. — Москва : Перспектива, 2012. — 770 с. — ISBN 978-5-905790-01-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12751.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Мхитарян, С. В. Маркетинговые исследования рынка с использованием ППП Statistica : учебное пособие / С. В. Мхитарян. — Москва : Евразийский открытый институт, 2011. — 71 с. — ISBN 978-5-374-00473-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10768.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Пашкевич, О. И. Статистическая обработка эмпирических данных в системе STATISTICA : учебно-методическое пособие / О. И. Пашкевич. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014. — 148 с. — ISBN 978-985-503-385-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67607.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

в) Информационные справочные системы:

Электронно-библиотечные системы

| № № | ЭБС, к которым имеют доступ обучающиеся (на договорной основе) | Описание ЭБС | Используемый для работы адрес |
|----------------|---|--|---|
| 1. | ЭБС издательства «Юрайт» | Электронно-библиотечная система, коллекция электронных версий книг. | https://urait.ru/ 100% доступ. Версия для слабовидящих. |
| 2. | ЭБС издательства «Лань» | Электронно-библиотечная система, электронные книги, учебники для ВУЗов. | http://e.lanbook.com/ 100% доступ. Версия для слабовидящих. |
| 3. | ЭБС IPR BOOKS | Современный ресурс для получения качественного образования, предоставляющий доступ к учебным и научным изданиям, необходимым для обучения и организации учебного процесса в нашем учебном заведении. | http://www.iprbookshop.ru/ 100% доступ. Версия для слабовидящих. |

Информационные ресурсы открытого доступа и базы данных

| № № | Описание электронного ресурса | Используемый для работы адрес |
|--------|--|---|
| 1. | Официальный сайт компании StatSoft Russia | http://statsoft.ru/ |
| 2. | Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики | http://www.gks.ru/ |
| 3. | Официальный сайт Межгосударственного статистического комитета СНГ | http://www.cisstat.com/ |
| 4. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | https://elibrary.ru/defaultx.asp |
| 5. | Научная электронная библиотека КиберЛенинка | https://cyberleninka.ru/ |
| 6. | Сайт Интернет университета информационных технологий (видео-курсы по дисциплине) | http://www.intuit.ru |
| 7. | Свободная энциклопедия | https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница |
| 8. | Сервис, предоставляющий услуги видеохостинга (научные и научно-популярные видеофильмы) | http://www.youtube.com |
| 9. | Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» | http://window.edu.ru/ |
| 10. | IT Expert (архив журналов 2009-2018) | http://www.iprbookshop.ru/38869.html |
| 11. | Computerworld Россия / Открытые системы. [Архив журналов 2018] | http://www.iprbookshop.ru/76355.html |
| 12. | IT Manager / ИТ Медиа. [Архив журналов 2009-2018] | http://www.iprbookshop.ru/39023.html |

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом. В процессе обучения используется лицензионное программное обеспечение.

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются следующие ресурсы:

1. для проведения занятий лекционного типа используются специальные помещения, укомплектованные специализированной мебелью и оборудованные комплектом презентационного оборудования (стационарного или переносного): мультимедиа-проектором, персональным компьютером;

2. для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для осуществления текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения, укомплектованные специализированной мебелью и оборудованные комплектом презентационного оборудования (стационарного или переносного): мультимедиа-проектором, персональным компьютером;

3. помещения для самостоятельной работы студентов: читальный зал библиотеки МосГУ, аудитории №107, №514, №417, №225 (3 учебный корпус), аудитория №16 (1 учебный корпус), аудитория №311 (учебный корпус В), аудитория №35 (2 учебный корпус), укомплектованные специализированной мебелью и оснащенные компьютерной техникой с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

В Университете созданы специальные условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающимися с ограниченными возможностями здоровья. Имеются учебные аудитории, предназначенные для проведения всех видов учебных занятий и самостоятельной работы обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В качестве лицензионного программного обеспечения используется MS Office, Statistica.

10. Особенности обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса» Министерства образования и науки РФ от 08.04.2014г. № АК-44/05вн и «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья», утвержденным ректором АНО ВО «Московский гуманитарный университет» от 30.05.2018 г.

Подбор и разработка учебных материалов для обучающегося с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом их индивидуальных особенностей.

Предусмотрена возможность обучения по индивидуальному графику.