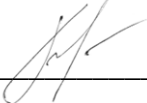



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «29» мая 2019 г. № 13
Зав. кафедрой


_____ Р.Х.Бахитова

Согласовано:
Председатель УМК института


/Л.Р. Абзалилова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Многомерный статистический анализ

Вариативная часть, дисциплина по выбору

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
38.03.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль) подготовки
«Аналитическая и инструментальная поддержка бизнеса»

Квалификация
бакалавр

Разработчики (составители):

Доцент, к. т. н.



Прудников В.Б.

Для приема 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель / составители: Прудников В.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры Математические методы в экономике протокол от «29» мая 2019 г. № 13.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации протокол от «05» июня 2020 г. №7.

Заведующий кафедрой



/ Р.Х. Бахитова

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации протокол от «22» июня 2021 г. №9.

Заведующий кафедрой



/ Р.Х. Бахитова

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации протокол от «12» января 2022 г. №6.

Заведующий кафедрой



/ Р.Х. Бахитова

Список документов и материалов

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы | 4 |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)..... | 5 |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине | 13 |
| 4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания..... | 13 |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций..... | 16 |
| 4.4. Рейтинг-план дисциплины..... | 22 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | 30 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины..... | 30 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины .. Ошибка! Залка не определена. | |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 32 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------------------------|--|---|------------|
| Знания | Знать: основные понятия, определения, связанные с обработкой многомерных структур данных; методы факторного, кластерного и дискриминантного анализа | ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования | |
| Умения | Уметь: решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и выделения групп кластеров | ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть: методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств | ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования | |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» относится к вариативной части.

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов научного представления о многомерном статистическом анализе случайных социально-экономических явлений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре при очной форме обучения, и в течение двух семестров на 4 курсе при заочной форме обучения.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Экономико-математические методы».

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» является необходимой для успешного прохождения практики и государственной итоговой аттестации.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Многомерный статистический анализ
на 7 семестр
очной формы обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 4/144 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 18 |
| практических/ семинарских | 36 |
| лабораторных | - |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,2 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 34,8 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | 54 |

Форма(ы) контроля:
Экзамен 7 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|----------|--|--|----|--------|----|-----|--|---|---|
| | | Всего | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СРС | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Модуль 1. Многомерные генеральные совокупности. Статистическое оценивание и сравнение. Метод главных компонент. | | | | | | | | |
| 1. | Многомерная нормально распределенная генеральная совокупность. Случайные векторы. Числовые характеристики. Выборка из генеральной совокупности. Точечные оценки параметров и доверительные области. Сравнение двух генеральных совокупностей. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Корреляционный анализ. Группировка и цензурирование. Одномерная группировка. Одномерное цензурирование. Таблицы сопряженности. Гипотеза независимости. Гипотеза однородности. | 20 | 4 | 8 | | 8 | 1 (гл.1) 3 (гл.2-4) 5 (гл.41) | 2: с.8 | Выполнение практических заданий |

| | | | | | | | | | |
|----|--|------|---|----|--|------|---------------------------------------|---------|---------------------------------|
| | Многомерная группировка. Многомерное цензурирование. Нечисловые данные. Шкалы сравнений. Экспертные оценки. | | | | | | | | |
| 2. | Метод главных компонент. Вычисление главных компонент. Линейная модель метода главных компонент. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Квадратичные формы. Свойства главных компонент. Самовоспроизводимость. Геометрические свойства. | 20 | 4 | 8 | | 8 | 1 (гл.9) 3 (гл.11) | 2: с.31 | Выполнение практических заданий |
| | Модуль 2. Факторный анализ | | | | | | | | |
| | Основные понятия и модель факторного анализа. Пространство общих факторов и полное факторное пространство. Алгоритм метода главных факторов. Проблема оценки факторов и задачи классификации. Связь с главными компонентами. Однозначность решения. Условия на матрицу нагрузок. Центроидный метод. Латентные факторы. Метод Бартлетта. Метод Томсона. | 28,8 | 6 | 12 | | 10,8 | 1 (гл.8) 3 (гл.9, 10) 5 (гл.35) | 2: с.49 | Выполнение практических заданий |
| | Модуль 3. Методы многомерной классификации | | | | | | | | |
| | Кластерный анализ как классификация без | 20 | 4 | 8 | | 8 | 1 (гл.6-7) 3 (гл.6) | 2: с.49 | Выполнение практических заданий |

| | | | | | | | | |
|--|-----|----|----|--|------|-------------------------|--|--|
| <p>обучения. Основные понятия. Расстояния между объектами и мера близости. Расстояние между кластерами. Функционалы качества разбиения. Иерархические кластер-процедуры. Дискриминантный анализ. Линейный дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей. Классификация с обучением.</p> | | | | | | 5 (гл.44) 6 (гл.4-5) | | |
| Экзамен | | | | | 1,2 | | | |
| Контроль | | | | | 54 | | | |
| Всего часов: | 144 | 18 | 36 | | 34,8 | | | |

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Многомерный статистический анализ
на 4 курсе
заочной формы обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 4/144 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 6 |
| практических/ семинарских | 12 |
| лабораторных | - |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,7 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 115,3 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | 9 |

Форма(ы) контроля:
Экзамен 4 курс

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|----------|--|--|-----|--------|----|-----|--|---|---|
| | | Всего | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СРС | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Модуль 1. Многомерные генеральные совокупности. Статистическое оценивание и сравнение. Метод главных компонент. | | | | | | | | |
| 1. | Многомерная нормально распределенная генеральная совокупность. Случайные векторы. Числовые характеристики. Выборка из генеральной совокупности. Точечные оценки параметров и доверительные области. Сравнение двух генеральных совокупностей. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Корреляционный анализ. Группировка и цензурирование. Одномерная группировка. Одномерное | 32,5 | 1,5 | 3 | | 28 | 1 (гл.1) 3 (гл.2-4) 5 (гл.41) | 2: с.8 | Выполнение практических заданий |

| | | | | | | | | | |
|----|--|------|-----|---|--|------|---------------------------------------|---------|---------------------------------|
| | цензурирование. Таблицы сопряженности. Гипотеза независимости. Гипотеза однородности. Многомерная группировка. Многомерное цензурирование. Нечисловые данные. Шкалы сравнений. Экспертные оценки. | | | | | | | | |
| 2. | Метод главных компонент. Вычисление главных компонент. Линейная модель метода главных компонент. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Квадратичные формы. Свойства главных компонент. Самовоспроизводимость. Геометрические свойства. | 32,5 | 1,5 | 3 | | 28 | 1 (гл.9) 3 (гл.11) | 2: с.31 | Выполнение практических заданий |
| | Модуль 2. Факторный анализ | | | | | | | | |
| | Основные понятия и модель факторного анализа. Пространство общих факторов и полное факторное пространство. Алгоритм метода главных факторов. Проблема оценки факторов и задачи классификации. Связь с главными компонентами. Однозначность решения. Условия на матрицу нагрузок. Центроидный | 35,8 | 1,5 | 3 | | 31,3 | 1 (гл.8) 3 (гл.9, 10) 5 (гл.35) | 2: с.49 | Выполнение практических заданий |

| | | | | | | | | | |
|--|---|------|-----|----|--|-------|---|---------|---------------------------------|
| | метод. Латентные факторы. Метод Бартлетта. Метод Томсона. | | | | | | | | |
| | Модуль 3. Методы многомерной классификации | | | | | | | | |
| | Кластерный анализ как классификация без обучения. Основные понятия. Расстояния между объектами и мера близости. Расстояние между кластерами. Функционалы качества разбиения. Иерархические кластер-процедуры. Дискриминантный анализ. Линейный дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей. Классификация с обучением. | 32,5 | 1,5 | 3 | | 28 | 1 (гл.6-7) 3 (гл.6) 5 (гл.44) 6 (гл.4-5) | 2: с.49 | Выполнение практических заданий |
| | Экзамен | | | | | 1,7 | | | |
| | Контроль | | | | | 9 | | | |
| | Всего часов: | 144 | 6 | 12 | | 115,3 | | | |

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования

| | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|---------------------------------|--|---|---|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | |

| Этап (уровень) освоения компетенции | (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|---|
| Первый этап (уровень) | Знать: основные понятия, определения, связанные с обработкой многомерных структур данных; методы факторного, кластерного и дискриминантного анализа | Фрагментарные представления об основных понятиях, определениях, связанных с обработкой многомерных структур данных; методов факторного, кластерного и дискриминантного анализа | Неполные представления об основных понятиях, определениях, связанных с обработкой многомерных структур данных; методов факторного, кластерного и дискриминантного анализа | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных понятиях, определениях, связанных с обработкой многомерных структур данных; методов факторного, кластерного и дискриминантного анализа | Сформированные систематические представления об основных понятиях, определениях, связанных с обработкой многомерных структур данных; методов факторного, кластерного и дискриминантного анализа |
| Второй этап (уровень) | Уметь: решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и выделения групп кластеров | Фрагментарные умения решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и выделения групп кластеров | В целом успешное, но не систематическое умение решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и | Сформированное умение решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и выделения групп кластеров |

| | | | | | |
|-----------------------|---|---|---|---|--|
| | | | выделения групп кластеров | выделения групп кластеров | |
| Третий этап (уровень) | Владеть: методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств | Фрагментарное владение методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств | В целом успешное, но не систематическое владение методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств | Успешное и систематическое владение методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств |

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочное средство |
|---------------------------------------|--|-------------|---|
| Знания | Знать: основные понятия, определения, связанные с обработкой многомерных структур данных; методы факторного, кластерного и дискриминантного анализа | ПК-18 | тест, экзаменационные вопросы |
| Умения | Уметь: решать практические задачи преобразования и сжатия признакового пространства, выделения главных компонент; решать задачи классификации многомерных наблюдений и выделения групп кластеров | ПК-18 | практические задания, экзаменационные вопросы |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть: методами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки и анализа многофакторных статистических совокупностей с помощью инструментальных средств | ПК-18 | практические задания, экзаменационные вопросы |

Оценочные материалы для практических заданий

1. Задание №1.

По представленным данным

- Оценить параметры генеральной совокупности, которая предполагается нормально распределенной.
- Проверить значимость частных коэффициентов корреляции.
- Построить интервальную оценку.
- Найти точечную оценку множественного коэффициента корреляции и проверить его значимость.
- Сделать выводы.

2. Задание №2.

По представленным данным

- Снизить признаковое пространство с использованием метода главных компонент.

- Аргументировать выбор главных компонент с использованием критерия Кайзера и «каменистой осыпи».
- Для возможности их содержательной интерпретации провести вращение системы главных компонент разными методами:
 - Varimax – Варимакс;
 - Biqartimax – Биквартимакс;
 - Quartimax – Квартимакс;
 - Equamax – Эквимакс.
- Дать название латентным факторам (главным компонентам).
- Построить графики объектов в пространстве выделенных главных компонент.
- Проинтерпретировать полученные результаты.

3. Задание №3.

По представленным данным

- Снизить признаковое пространство с использованием методов факторного анализа:
 - Центроидного
 - Главных факторов
 - Максимального правдоподобия
- Сравнить полученные результаты
- Сделать выводы

4. Задание №4.

По представленным данным

- провести классификацию объектов по иерархическому агломеративному алгоритму с использованием:
 - обычного евклидова расстояния
 - взвешенного евклидова расстояния
 - Хемминогова расстояния
 - принципа «ближайшего соседа»
 - принципа центра тяжести
 - принципа Варда
- сравнить полученные результаты
- построить дендрограммы
- сделать вывод о том, на сколько кластеров целесообразно разбить исходную совокупность объектов

5. Задание №5.

По представленным данным за 2-3 года

- задать количество кластеров, на которое целесообразно разбить исследуемую совокупность объектов (можно руководствоваться выводами, полученными при изучении результатов применения *иерархических кластер-процедур*);
- - построить и описать график средних значений показателей в кластерах;
- - дать характеристику каждому из выделенных кластеров;
- - рассчитать функционалы качества,
- - привести таблицу классификаций (состав кластеров);
- - вывести характеристики полученных кластеров с помощью графических инструментов.

– сравнить состав выделенных кластеров за 2-3 года. Сделать выводы об устойчивости разбиений.

Критерии оценок заданий:

Оценка включает отчет и защиту.

Отчет должен включать:

1. Титульный лист
2. Цель, задачи
3. Теоретическую часть
4. Описание проведенных расчетов
5. Анализ результатов

Критерии оценивания (в баллах) для очной формы обучения

| Критерии оценивания | Количество баллов |
|---|-------------------|
| Студентом задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логических рассуждениях и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом. | 16-20 |
| Студентом задание выполнено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логическом рассуждении и выполнении нет существенных ошибок; есть объяснение решения, допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ | 11-15 |
| Студентом задание выполнено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, задание выполнено не полностью или в общем виде | 5-10 |
| Студентом задание не выполнено, либо выполнено не полностью, отчет представлен с опозданием, студент испытывает затруднения при ответах на вопросы | 0-5 |

Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Критерии оценивания | Оценка |
|---|------------|
| Задание выполнено: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объеме. | зачтено |
| Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута. | не зачтено |

Тестовые задания

1. Метод главных компонент предназначен для
 - а) для увеличения размерности модели
 - б) фиксирования исходной размерности модели
 - в) для уменьшения размерности модели

г) для определения значимых коэффициентов регрессии

2. Какому закону распределения должны подчиняться многомерные векторы в методе главных компонент?

- а) Равномерному
- б) Пирсона
- в) Нормальному
- г) любому

3. Первая главная компонента соответствует направлению, вдоль которого дисперсия векторов исходного набора

- а) максимальна
- б) постоянна
- в) минимальна
- г) любая

4. Метод главных компонент предполагает независимость этих компонент.

- а) да
- б) нет
- в) да, если количество компонент не более 3
- г) необходимы дополнительные сведения

5. Для определения матрицы значений факторов используется _____ .

- а) единичная матрица
- б) обратная матрица исходных наблюдений
- в) корреляционная матрица исходных наблюдений
- г) необходимы дополнительные сведения

6. Матрица факторных нагрузок является диагональной.

- а) да
- б) нет
- в) да, если факторов не более 3-х
- г) необходимы дополнительные сведения

7. Множественный коэффициент корреляции $R_{1(2,3)} = 0,8$. Определите, какой процент дисперсии величины x_1 объясняется влиянием x_2 и x_3

- а) 28%;
- б) 32%;
- в) 64%;
- г) 80%.

8. По результатам 20 наблюдений найден множественный коэффициент корреляции $R_{1(2;3)} = 0,8$. Проверьте значимость множественного коэффициента корреляции, т.е. гипотезу

Но: $R_{1(2;3)} = 0$ при $\alpha = 0,05$ и определите разность между наблюдаемым $F_{\text{набл}}$ и критическим $F_{\text{кр}}$ значениями статистики критерия:

- а) 2,8;
- б) -13,6;
- в) 9,4;
- г) 11,5.

9. Какое значение может принять множественный коэффициент корреляции:

- а) -0,5; б) -1; в) 0; г) 1,2.

10. Финансовая устойчивость предприятия характеризуется $p=8$ показателями. В результате расчетов получены собственные значения трех первых главных компонент: $\lambda_1=4,0$; $\lambda_2=1,6$ и $\lambda_3=0,8$. Чему равен относительный вклад 2-х первых главных компонент (в %):

- а) 30; б) 70; в) 60; г) 80.

11. Дана матрица факторных нагрузок: $A = \begin{pmatrix} -0.72 & 0.69 & -0.08 \\ 0.88 & 0.44 & 0.19 \\ 0.96 & 0.12 & -0.24 \end{pmatrix}$. Чему равен

относительный вклад второй главной компоненты f_2 в суммарную дисперсию (в %):

- а) 74; б) 37; в) 4; г) 23.

12. В каких пределах меняются элементы матрицы факторных нагрузок А:

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

13. Дана матрица факторных нагрузок $A = \begin{pmatrix} -0.72 & 0.69 & -0.08 \\ 0.88 & 0.44 & 0.19 \\ 0.96 & 0.12 & -0.24 \end{pmatrix}$

Чему равен парный коэффициент корреляции между переменной x_3 и второй главной компонентой z_2

- а) 0,12; б) 0,96; в) -0,24; г) 0,19.

14. Дана матрица факторных нагрузок $A = \begin{pmatrix} -0.79 & 0.61 \\ 0.79 & 0.61 \end{pmatrix}$

Чему равен коэффициент корреляции между переменными $x^{(1)}$ и $x^{(2)}$:

- а) 0,75; б) 1,25; в) 0,25; г) -0,25.

15. 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:

- а) 0,1; б) 1,9; в) 1,8; г) 0,2.

16. Деятельность n предприятий региона характеризуется четырьмя показателями. При проведении компонентного анализа по матрице R получены собственные значения, одно из которых оказалось пропущенным: 1,2; 1,4 и 0,6. Чему равно собственное значение λ_3 соответствующее третьей главной компоненте:

- а) 2,5; б) 1,2; в) 0,6; г) 0,8.

17. В кластер S_1 входят 4 объекта, расстояние от которых до объекта №5 составляет соответственно: 2, 5, 6, 7. Чему равно расстояние от объекта №5 до кластера S_1 , если исходить из принципа «ближайшего соседа»:

- а) 2; б) 5; в) 6; г) 7.

18. В кластер S_1 входят 4 объекта, расстояние от которых до объекта №5 составляет соответственно: 2, 5, 6, 7. Определить расстояние от объекта 5 до кластера S_i , исходя из принципа «дальнего соседа»:

- а) 2; б) 5; в) 6; г) 7.

19. В кластер S_1 входят 4 объекта, расстояние от которых до объекта №5 составляет соответственно: 2, 5, 6, 7. Чему равно расстояние от объекта S_1 , исходя из принципа «средней связи»:

- а) 2; б) 5; в) 6; г) 7.

20. Расстояние между пятью объектами ($n=5$) характеризуется матрицей расстояний:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 2.2 & 3.0 & 5.1 & 5.8 \\ 2.2 & 0 & 1.4 & 5.0 & 6.4 \\ 3.0 & 1.4 & 0 & 6.4 & 7.8 \\ 5.1 & 5.0 & 6.4 & 0 & 2.0 \\ 5.8 & 6.4 & 7.8 & 2.0 & 0 \end{pmatrix}$$

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 средней связи:

- а) 4,45; б) 3,37; в) 4,89; г) 2,86

21. Данные о четырех фирмах, деятельность которых характеризуется показателями $x^{(1)}$ и $x^{(2)}$, представлены в таблице

| | | | | |
|-----------|---|---|---|---|
| i | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $x^{(1)}$ | 1 | 7 | 1 | 9 |
| $x^{(2)}$ | 5 | 9 | 3 | 7 |

Чему равно расстояние $\rho_E(1,2)$ 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.

Критерии оценивания для очной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов |
|----------------------------|-------------------|
| 90-100 % | 9-10 |
| 80-89% | 8 |
| 71-80% | 7 |
| 61-70% | 6 |
| менее 50% | 5 |

Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов |
|----------------------------|---------------------|
| 80-100 % | отлично |
| 60-79% | хорошо |
| 50-59% | удовлетворительно |
| менее 50% | неудовлетворительно |

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Многомерный статистический анализ

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность Бизнес-информатика, профиль «Аналитическая и инструментальная поддержка бизнеса»

курс 4, семестр 1

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|---|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1 | | | | |
| Текущий контроль | | | | 15 |
| 1. Выполнение практических заданий | 1 | 15 | | 15 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Тестовый контроль | 10 | 1 | | 10 |
| Модуль 2 | | | | |
| Текущий контроль | | | | 15 |
| 1. Выполнение практических заданий | 1 | 15 | | 15 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Тестовый контроль | 10 | 1 | | 10 |
| Модуль 3 | | | | |
| Текущий контроль | | | | 10 |
| 1. Выполнение практических заданий | 1 | 10 | | 10 |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Тестовый контроль | 10 | 1 | | 10 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Выполнение докладов на заданную тему | 5 | 1 | | 5 |
| 2. Публикация статей | 5 | 1 | | 5 |
| Посещаемость | | | | |
| Посещаемость лекций | | | | -6 |
| Посещаемость практических занятий | | | | -10 |
| | | | | |
| Итоговый контроль: Экзамен | | | | 30 |
| ИТОГО: | | | | 110 |

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет содержит 3 задания: 1 теоретический вопрос и 2 вопроса на демонстрацию умений и навыков владения инструментальными средствами.

Перечень вопросов для экзамена:

1. Основные условия применения многомерного статистического анализа в социально-экономических исследованиях.
2. Общая теория многомерных распределений.
3. Виды шкал. Количественные и качественные данные.
4. Робастность в многомерном статистическом анализе. Оценки Хубера, Пуанкаре и Винзора.
5. Одномерная группировка и одномерное цензурирование.
6. Таблицы сопряженности.
7. Многомерное цензурирование.
8. Выявление аномальности в многомерных совокупностях
9. Многомерное нормальное распределение.
10. Свойства многомерного нормального распределения.
11. Устойчивость многомерного нормального распределение относительно линейных преобразований.
12. Проблема размерности в многомерных исследованиях.
13. Многомерные методы оценивания и статистического сравнения.
14. Множественный корреляционно-регрессионный анализ.
15. Линейная множественная регрессионная модель.
16. Выбор адекватного уравнения регрессии.
17. Понятие о нелинейной регрессии.
18. Корреляционный анализ количественных связей и порядковых переменных.
19. Оценки частных и множественных коэффициентов корреляции.
20. Непараметрические показатели связи.
21. Сущность и алгоритм дисперсионного анализа.
22. Расчет внутригрупповой и межгрупповой вариации. 24. Множественный дисперсионный анализ.
23. Методы снижения размерности.
24. Модель, математическое обоснование и алгоритм метода главных компонент.
25. Получение и использование матриц факторов, индивидуальных значений главных компонент.
26. Экономическая интерпретация главных компонент
27. Метод главных факторов.
28. Регрессия на главные компоненты.
29. Линейная модель факторного анализа.
30. Экономическая интерпретация общих факторов.
31. Методы классификации без обучения.
32. Иерархические кластер-процедуры.
33. Функционалы качества разбиения на классы
34. Метод К-средних.
35. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов.
36. Методы классификации с обучением.
37. Линейный дискриминантный анализ при известных параметрах многомерного нормального закона распределения.
38. Вероятность ошибочной классификации с помощью дискриминантной функции.
39. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков.
40. Пошаговый дискриминантный анализ.

41. Математическое описание метода дискриминантного анализа.

Образец экзаменационного билета:

| | |
|---|---|
| Башкирский государственный университет Институт экономики, финансов и бизнеса Кафедра математических методов в экономике | Направление подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» Профиль «Аналитическая и инструментальная поддержка бизнеса» Дисциплина «Многомерный статистический анализ» |
|---|---|

Экзаменационный билет № 1

1. Методы классификации с обучением.
2. В таблице представлены социально-экономические показатели регионов Российской Федерации. С использованием инструментального средства на выбор студента необходимо:
 - построить интервальный, вариационный ряд, гистограмму;
 - вычислить выборочные характеристики: среднее значение, дисперсию, СКО, к-т вариации, к-т асимметрии, к-т эксцесса, моду и медиану;
 - проверить гипотезу о нормальном распределении анализируемой случайной величины;
 - построить 95% интервальные оценки для мат.ожидания, дисперсии и СКО.

| Регион РФ | Рождаемость, на 1000 чел. | Инвестиции в основной капитал, на 1 чел. | Выручка от реализации товаров (работ, услуг) малых предприятий по ВЭД, млн. руб. | Величина валового регионального продукта, млн. руб. |
|-----------------|---------------------------|--|--|---|
| Москва | ... | ... | ... | ... |
| Санкт-Петербург | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... |

3. Для оценки удовлетворенности населения жизнью проведен социологический опрос в регионах России. В таблице представлены агрегированные результаты проведенного опроса в разрезе регионов, единицей измерения показателей является удельный вес респондентов, положительно оценивающих параметр.
 В качестве основных параметров удовлетворенности жизнью выбраны следующие:
 - x1 – работа, %;
 - x2 – здоровье, %;
 - x3 - материальное благополучие, %;
 - x4 - достижение поставленных целей, %;
 - x5 - социальный статус, %;
 - x6 - социальные контакты, %.

Используя метод главных компонент в одном из инструментальных средств, выявите факторы удовлетворенности населения жизнью и ранжируйте регионы по уровню удовлетворенности населения жизнью.

| Регион РФ | Показатель | | | | | |
|-----------------|------------|-----|-----|-----|----|----|
| | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | x6 |
| Москва | ... | ... | ... | ... | | |
| Санкт-Петербург | ... | ... | ... | ... | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | | |

Зав. кафедрой

Р.Х.Бахитова

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценки (в баллах) для очной формы обучения:

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Критерии оценки для заочной формы обучения:

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических

заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил практические задания или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** баллов выставляется студенту, если ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Тестовые задания

Пример заданий для тестового контроля уровня усвоения учебного материала

1. По какой формуле определяется среднее значение:

$$a. \hat{r}_{kl} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^k - \bar{x}^k)(x_i^l - \bar{x}^l)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i^k - \bar{x}^k)^2 \sum_{i=1}^n (x_i^l - \bar{x}^l)^2}} ;$$

$$b. \hat{a}^j = \bar{x}^j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_i^j$$

$$c. \hat{\sigma}_j^2 = s_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i^j - \bar{x}^j)^2 ;$$

$$d. \hat{r}_{kl}^s = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \sum_{i=1}^n (x_i^k - x_i^l)^2 .$$

2. По какой формуле определяется измеритель линейной связи – выборочный парный коэффициент корреляции:

$$a. r_{kl.N(k,l)} = -\frac{R_{kl}}{\sqrt{R_{kk} R_{ll}}} ;$$

$$b. \hat{r}_{kl} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^k - \bar{x}^k)(x_i^l - \bar{x}^l)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i^k - \bar{x}^k)^2 \sum_{i=1}^n (x_i^l - \bar{x}^l)^2}} ;$$

$$c. \hat{\sigma}_j^2 = s_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i^j - \bar{x}^j)^2 ;$$

$$d. \hat{r}_{kl}^s = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \sum_{i=1}^n (x_i^k - x_i^l)^2 .$$

3. Известно, что при фиксированном значении x_3 между переменными x_1 и x_2 существует положительная связь. Какое значение имеет частный коэффициент корреляции $r_{12.3}$:
- 0,6;
 - 0;
 - 0,9;
 - 1,3.
4. Известно, что между переменными x_1 и x_2 существует положительная связь. Какое значение имеет коэффициент корреляции r_{12} :
- 0,7;
 - 0;
 - 0,8;
 - 1,35.
5. Известно, что между переменными x_1 и x_2 существует обратная связь. Какое значение имеет коэффициент корреляции r_{12} :
- 0,6;
 - 0;
 - 0,7;
 - 1,7.
6. Известно, что между переменными x_1 и x_2 имеется линейная функциональная зависимость. Какое значение имеет коэффициент корреляции r_{12} :
- 1,5;
 - 0;
 - 0,7;
 - 1.
7. Определен множественный коэффициент корреляции $R_{1.23}=0,6$. Определите, какой процент дисперсии величины x_1 объясняется варьированием значений x_2 и x_3 :
- 20 %;
 - 8 %;
 - 60 %;
 - 80 %.
8. Определен множественный коэффициент корреляции $R_{1.2}=0,7$. Какое значение имеет коэффициент детерминации $K_d(x_1, x_2)$:
- 0,49;
 - 0,49;
 - 0,7;
 - 0,7.
9. По какой формуле определяется ранговый коэффициент корреляции Спирмена в случае отсутствия связных рангов:
- $$\hat{r}_{kl}^s = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \sum_{i=1}^n (x_i^k - x_i^l)^2 ;$$
 - $$\hat{X}_{kl}^2 = n \left(\sum_{i=1}^{m_k} \sum_{j=1}^{m_l} \frac{n_{ij}^2}{n_i \cdot n_j} - 1 \right) ;$$
 - $$C = \left(\frac{\hat{X}_{kl}^2}{n \min(m_k - 1; m_l - 1)} \right)^{1/2} ;$$
 - $$\hat{X}_{kl}^2 = n \left(\sum_{i=1}^{m_k} \sum_{j=1}^{m_l} \frac{n_{ij}^2}{n_i \cdot n_j} - 1 \right) .$$
10. В каких пределах меняется коэффициент Спирмена:

- a. (-1;0);
- b. (0;1);
- c. (-1;1);
- d. (0;2).

Критерии оценивания для очной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов |
|----------------------------|-------------------|
| 90-100 % | 9-10 |
| 80-89% | 8 |
| 71-80% | 7 |
| 61-70% | 6 |
| менее 50% | 5 |

Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов |
|----------------------------|---------------------|
| 80-100 % | отлично |
| 60-79% | хорошо |
| 50-59% | удовлетворительно |
| менее 50% | неудовлетворительно |

Примеры практических заданий

1. 9 предприятий проранжировали по степени прогрессивности их организационной структуры, а затем по степени эффективности их функционирования:

$$X1=(2; 2; 3,5; 3,5; 3,5; 5; 5; 5; 6)$$

$$X2=(3; 3; 4; 5; 5; 5; 5; 7; 8).$$

Какое значение имеет коэффициент ранговой корреляции Спирмена?

2. По иерархическому агломеративному алгоритму провести классификацию $n=6$ предприятий, данные о деятельности которых характеризуются показателями $X1$ – рентабельности (%) и $X2$ – производительности труда (млн. руб./чел.)

| № предприятия | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|------|------|-----|------|-----|-----|
| $X1$ | 23,4 | 17,5 | 9,7 | 18,2 | 6,6 | 8,0 |
| $X2$ | 9,1 | 5,2 | 5,5 | 9,4 | 7,5 | 5,7 |

В качестве расстояния между объектами принять:

- обычное евклидово расстояние;
- взвешенное евклидово расстояние с весами $w1 = 0,1$, $w2 = 0,9$;
- сравнить разбиения на два кластера по критерию минимума суммы внутриклассовых дисперсий.

Расстояние между кластерами определить по принципу «ближайшего соседа», не нормализуя данные.

3. Построена матрица расстояний с использованием квадрата евклидовой метрики, характеризующей потребительское поведение трех семей. Найдите расстояние объединения.

| | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| | C_1 | C_2 | C_3 |
| C_1 | 0 | 52 | 101 |
| C_2 | 52 | 0 | 41 |
| C_3 | 101 | 41 | 0 |

4. Потребительское поведение трех семей характеризуется удельными (на душу) расходами за летние месяцы на отдых ($x^{(1)}$) и питание ($x^{(2)}$): (2;10), (8;6) и (12;11). Найдите расстояние между первой и второй семьями с использованием квадрата евклидовой метрики.

5. При формировании типобразующих признаков предприятий отрасли были обследованы 30 предприятий ($n=30$) по двум показателям: x^1 - объему выпускаемой продукции (руб.) и x^2 - среднесписочной численности работников (чел.). По полученным в результате обследования преобразованным (центрированным и нормированным) статистическим данным (x^1_i, x^2_i), $i=1...30$, была определена выборочная корреляционная матрица:

$$\hat{R} = \begin{pmatrix} 1 & 0,78 \\ 0,78 & 1 \end{pmatrix}.$$

Чему равны собственные числа?

6. Страны разделены по уровню жизни населения на четыре группы, дискриминантные функции которых равны: $f_1 = 2x_1 + 3x_2 - 1$, $f_2 = 10x_1 - 5x_2 + 3$, $f_3 = 5x_1 - 8x_2 + 4$, $f_4 = 12x_1 - 6x_2 + 2$. Определить к какой группе относится страна с показателями (3; 2)?

Критерии оценивания (в баллах) для очной формы обучения, за 1 задание

| Критерии оценивания | Количество баллов |
|---|-------------------|
| Студентом задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логических рассуждениях и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом. | 1 |
| Студентом задание выполнено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логическом рассуждении и выполнении нет существенных ошибок; есть объяснение решения, допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ | 0,75 |
| Студентом задание выполнено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, задание выполнено не полностью или в общем виде | 0,5 |
| Студентом задание не выполнено, либо выполнено не полностью, отчет представлен с опозданием, студент испытывает затруднения при ответах на вопросы | 0-0,25 |

Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Критерии оценивания | Оценка |
|---------------------|--------|
|---------------------|--------|

| | |
|---|------------|
| Задание выполнено: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объеме. | зачтено |
| Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута. | не зачтено |

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Крутиков, В.Н. Анализ данных : учебное пособие / В.Н. Крутиков, В.В. Мешечкин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 138 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1770-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278426>.
2. Зехин, В.А. Практикум по многомерным статистическим методам : учебное пособие / В.А. Зехин, В.С. Мхитарян, С.А. Айвазян. - 1-е изд. - Москва : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. - 76 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90409>.

Дополнительная литература:

3. Андерсон, Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерсон ; ред. Б.В. Гнеденко ; пер. с англ. Ю.Ф. Кичатова, Е.С. Кочеткова, Н.С. Райбман. - Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. - 499 с. - ISBN 978-5-4475-6259-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428665> (26.11.2018).
4. Симчера, В.М. Методы многомерного анализа статистических данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Симчера. — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2008. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1005>. — Загл. с экрана.
5. Кендалл, М. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Кендалл, А. Стьюарт ; ред. А.Н. Колмогорова ; под ред. Ю.В. Прохорова ; пер. с англ. Э.Л. Пресман, В.И. Ротарь. - Москва : Наука, 1976. - 736 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458342>.
6. Гитис, Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ / Л.Х. Гитис. - Москва : Московский государственный горный университет, 2003. - 151 с. - (Практическая статистика для горных инженеров). - ISBN 5-7418-0010-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83660>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

Пользователям библиотеки БашГУ предоставляется возможность использования следующих электронных информационных ресурсов:

| № | Наименование Интернет-ресурса | Ссылка (URL) на Интернет ресурс |
|----|---|---|
| 1. | Федеральная служба государственной статистики | www.gks.ru |
| 2. | Статистический учебник по статистике | http://statsoft.ru |
| 3. | Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных | http://www.machinelearning.ru |
| 4. | Большая подборка материалов по машинному обучению: книги, видеокурсы, онлайн-курсы | https://proglib.io/p/learning-ml/ |
| 5. | Единый архив экономических и социологических данных ВШЭ | http://sophist.hse.ru/ |

1. База данных периодических изданий на платформе EastView: «Вестники Московского университета», «Издания по общественным и гуманитарным наукам» - <https://dlib.eastview.com/>

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru>

3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

4. Справочно-правовая система Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>

5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>

6. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» – <https://elib.bashedu.ru/>

7. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>

8. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi>.

9. Архивы научных журналов на платформе НЭИКОН (Cambridge University Press, SAGE Publications, Oxford University Press) - <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

10. Издательство «Annual Reviews» - <https://www.annualreviews.org/>

11. Издательство «Taylor&Francis» - <https://www.tandfonline.com/>

12. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.

13. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

14. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.

15. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007.

16. R-studio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007.

17. R GNU General Public License Version 2, June 1999.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
|--|----------------------------------|---|
| <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p> | Лекции | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональный компьютер.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные. 3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007 4. R-studio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007 5. R GNU General Public License Version 2, June 1999 |
| <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория</p> | Практические/семинарские занятия | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональный компьютер.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные. 3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007 4. R-studio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007 5. R GNU General Public License Version 2, June 1999 |

| | | |
|---|---|---|
| <p>№ 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p> | | |
| <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p> | <p>Групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация</p> | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональный компьютер.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные. 3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License Version 3, 29 June 2007 4. R-studio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007 5. R GNU General Public License Version 2, June 1999 |
| <p>Помещения для самостоятельной работы: 302 читальный зал (гуманитарный корпус).</p> | <p>Самостоятельная работа</p> | <p>Учебная мебель, персональные компьютеры в комплекте HP, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iRU..</p> |

| | | |
|---|--|---|
| помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория № 115 (помещение, ул. Карла Маркса, д.3, корп.4), 118 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4) | Хранение и профилактическое обслуживание учебного оборудования | Учебная мебель, колонки (2 шт.), динамики, dvd плеер toshiba, магнитола sony (4 шт.). |
|---|--|---|