

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков  
Должность: директор  
Дата подписания: 16.06.2026 20:35:40  
Уникальный программный ключ:  
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 4  
к образовательной программе

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.02 Математические методы статистической обработки и анализа данных**

(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)

38.04.05 Бизнес-информатика  
(код,наименование направления подготовки)

«Бизнес-аналитика»  
(наименование образовательной программы)

очная форма обучения  
(форма обучения)

Год набора – 2026

Санкт-Петербург

**Автор–составитель:**

Доцент кафедры бизнес-информатики, к.т.н., доцент Зеленина Лариса Ивановна.

**Заведующий кафедрой бизнес-информатики**

Доктор военных наук, профессор Наумов Владимир Николаевич

РПД «Методы бизнес-аналитики» одобрена протоколом заседания кафедры бизнес-информатики № 6 от 26.03.2026 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

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

Дисциплина Б1.В.02 Математические методы статистической обработки и анализа обеспечивает формирование у обучающихся следующих универсальных, общепрофессиональных компетенций\*:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)**	Код компетенции **	Наименование компетенции **	Код индикатора достижения компетенций **	Наименование индикатора достижения компетенций **	Образовательный результат **
Е/01.7 Обоснование подходов, используемых в бизнес-анализе  08.037 Бизнес-аналитик Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22.11.2023 № 821н	ПКс-2	Способен обосновывать подходы, используемые в бизнес-анализе, руководить и управлять бизнес-анализом с использованием информационно-коммуникационных технологий	ПКс-2.1	ПКс-2.1. Использует современные методы, информационные технологии, программный инструментарий в объеме, необходимом для решения задач бизнес-аналитики, использует англоязычную документацию и справочные системы	ПКс-2.1. У- 3. <b>Умеет</b> оформлять результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами
					ПКс-2.1. У- 4. <b>Умеет</b> применять информационные технологии в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа

\* Дисциплина может формировать компетенцию полностью или частично.

\*\* Должно соответствовать Приложению 1 к образовательной программе

## 2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

### Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц/180 академических/135 астрономических часов.

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий (далее – ДОТ).

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 34 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 12 ак.час на лекции, 22 ак.час на практические занятия и 117 ак.час на самостоятельную работу обучающихся.

### **Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина Б1.В.02 Математические методы статистической обработки и анализа данных относится к к части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы подготовки магистранта федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и изучается на первом курсе.

Преподавание дисциплины Б1.В.02 «Математические методы статистической обработки и анализа данных» основано на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Теория вероятностей и математическая статистика», «Эконометрика» (уровень подготовки – бакалавриат). В свою очередь она создаёт необходимые предпосылки для освоения программ таких дисциплин, как Б1.О.07 «Аналитическая поддержка принятия решений», Б1.В.05 «Методы бизнес-аналитики».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при выполнении выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций).

Формой промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом является экзамен.

### **3.Содержание и структура дисциплины**

#### **3.1. Структура дисциплины**

*Очная форма обучения*

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час										Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий							Самостоятельная работа				
			Период теоретического обучения				Период промежуточной аттестации (сессия)			СРкр	СРэк	СР		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ					Каттэк
Л	ВЛ	ЛР	ПЗ											
Тема 1	Основы моделирования и первичная обработка данных	49	4			6							39	ПЗ,Т
Тема 2	Исследование зависимостей	49	4			6							39	ПЗ,Т
Тема 3	Классификация и снижение размерности	53	4			10							39	ПЗ,Т
Промежуточная аттестация								2		9		18		экзамен
Итого		180	12			22		2		9		18	117	

*Используемые сокращения:*

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

Т – тестирование.

ПКЗ – практические контрольные задания.

ПИЗ – профессионально-исследовательские задания.

В процессе обучения применяются следующие интерактивные формы: лекция-диалог, работа в малых группах, спарринг-партнерство.

Темы 1-3 могут быть освоены с применением ЭО и ДОТ с контролем в системе электронного обучения Академии.

### 3.2. Содержание и структура дисциплины

#### **Тема 1. Основы моделирования и первичная обработка данных**

Статистики эмпирического ряда: Классификация признаков по шкалам измерений. Описательная статистика: среднее значение, математическое ожидание; медиана; мода; дисперсия, среднее квадратичное отклонение; коэффициент вариации; показатель точности опыта; минимум, максимум, размах выборки; моменты распределения. Вариационная статистика: параметры классовых интервалов, группировка, функции эмпирического распределения. Ранжирование. Проверка случайности выборки из нормальной совокупности. Репрезентативность выборки.

Проверка гипотез: Общая методика. Сравнение методик. Односторонняя и двусторонняя гипотезы. Независимые и сопряженные выборки. Параметрические тесты: t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера, G-критерий различных средних, параметрические множественные сравнения. Непараметрические тесты. Проверка типа распределения эмпирических данных: простые и сложные гипотезы, простейшие методы, критерии согласия, критерии отклонения распределения от нормальности.

Дисперсионный анализ: Однофакторный анализ: однофакторный дисперсионный анализ, ранговый однофакторный анализ Краскела-Уоллиса, G-критерий Кокрена, критерии Шеффе, Дункана, Тьюки. Многофакторный анализ: двухфакторный дисперсионный анализ, ранговый критерий Фридмана, критерий Пейджа, критерий Шеффе для связанных выборок.

#### **Тема 2. Исследование зависимостей**

Теория распределений: Общая методика. Функции распределения и обратные функции распределения. Одномерные распределения: непрерывные, дискретные, генерация одномерных распределений. Многомерные распределения: нормальное распределение, генерация многомерных распределений. Теоретические и эмпирические распределения.

Корреляционный анализ: Корреляция количественных признаков: коэффициент корреляционного отношения Пирсона, коэффициент корреляции Фехнера, ковариация. Корреляция порядковых признаков: показатель ранговой корреляции Спирмена, коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Корреляция номинальных признаков. Корреляция признаков, измеренных в различных шкалах. Множественные корреляции: коэффициент множественной корреляции, канонический корреляционный анализ, коэффициент конкордации. Критерии некоррелированности.

Методы планирования эксперимента. Аппроксимация зависимостей: Математическое моделирование и регрессионный анализ. Общая методика. Полиномиальная аппроксимация, интерполяционный полином Лагранжа. Экспоненциально-степенная аппроксимация. Логарифмическая функция. Нелинейная функция общего вида. Линейный множественный регрессионный анализ.

#### **Тема 3. Классификация и снижение размерности**

Методы снижения размерности признакового пространства. Факторный анализ: Метод главных компонент. Метод минимизации энтропии. Преобразование Карунена–Лоэва. Метод главных факторов: проблема общности, проблема факторов, измерение факторов. Метод максимума правдоподобия. Критерии максимального числа факторов. Визуализация результатов факторного анализа.

Кластерный анализ. Дискриминантный анализ: Меры различия и меры сходства. Кластерный анализ: метод ближней связи, метод средней связи Кинга, метод Уорда, метод k средних Мак-Куина. Визуализация результатов кластерного анализа. Выявление информативных параметров. Метод Байеса. Линейный дискриминантный анализ.

### **4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания**

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.02 «Математические методы статистической обработки и анализа данных» входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа — это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа — это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

#### 4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУКЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.</li> <li>3. Выбрать один верный ответ.</li> <li>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</li> <li>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</li> <li>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы
Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.</li> <li>3. Выбрать несколько правильных ответов.</li> <li>4. Записать только номера (или буквы)</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)

предложенных		выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).	
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</li> <li>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БАВ или 135).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Выбрать один верный ответ.</li> <li>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</li> <li>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</li> </ol>	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</li> <li>2. Продумать логику и полноту ответа.</li> <li>3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.</li> <li>4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ</li> </ol>	<p>Ответ считается верным:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие фактических ошибок.</li> <li>2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа).</li> <li>3. Обоснованность ответа (наличие аргументов).</li> <li>4. Логическая последовательность излагаемого материала.</li> </ol>

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Итоговая балльная оценка	Традиционная система	Бинарная система	ECTS	
			Для традиционной системы	Для бинарной системы
95-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
85-94			B	P/ Passed
75-84	Хорошо		C	P/ Passed
65-74			D	P/ Passed
55-64			E	P/ Passed
0-54	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
60 баллов	40 баллов	100 баллов	100 баллов

## 5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

Т – тестирование, ПЗ – практические занятия.

### Тема 1. Основы моделирования и первичная обработка данных

*Тестовые задания:*

- 1) Какой метод используется для оценки параметров уравнения используется, в соответствии с которым  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$ , где  $\hat{\beta}$  – вектор оценок параметров уравнения,  $X$  – матрица независимых переменных,  $Y$  – вектор независимых переменных.
  1. Метод к-средних;
  2. Метод наименьших квадратов;
  3. Индексный метод;
  4. Иерархические кластер-процедуры.
- 2) По какой формуле определяется наблюдаемое значение  $F$ -критерия Фишера ( $R^2$  – множественный коэффициент детерминации,  $n$  – число наблюдений,  $m$  – число независимых переменных)?
  1.  $F_{набл} = \frac{R}{1-R^2} \times \frac{n-m}{m}$
  2.  $F_{набл} = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n}{m}$
  3.  $F_{набл} = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n-m-1}{m}$
  4.  $F_{набл} = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n-1}{m}$
- 3) Для оценки надежности регрессионного уравнения наблюдаемое значение  $F$ -критерия Фишера должно быть:
  1. Больше расчетного значения  $F$ -критерия Фишера
  2. Меньше расчетного значения  $F$ -критерия Фишера
  3. Равно расчетному значению  $F$ -критерия Фишера
  4.  $F$ -критерий Фишера не оценивает надежность уравнения.
- 4) Для определения количества значений, находящихся в выборке ниже или выше медианного значения, используется:
  1. Коэффициент конкордации;
  2. Коэффициент корреляции рангов Спирмена;
  3. Коэффициент корреляции рангов Кэндалла;
  4. Критерий знаков.

### **Практическое задание**

Задание по корреляционному и регрессионному анализу даны в таблице 1, значения показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятий машиностроения приведены в таблице 2. Рассматриваются следующие показатели:

- $Y_1$  - производительность труда;
- $Y_2$  - индекс снижения себестоимости продукции;
- $Y_3$  - рентабельность;
- $X_4$  - трудоемкость единицы продукции;
- $X_5$  - удельный вес рабочих в составе ППП;
- $X_6$  - удельный вес покупных изделий;
- $X_7$  - коэффициент сменности оборудования;
- $X_8$  - премии и вознаграждения на одного работника;
- $X_9$  - удельный вес потерь от брака;
- $X_{10}$  - фондоотдача;
- $X_{11}$  - среднегодовая численность ППП;
- $X_{12}$  - среднегодовая стоимость ОПФ;
- $X_{13}$  - среднегодовой фонд заработной платы ППП;
- $X_{14}$  - фондовооруженность труда;

$X_{15}$  - оборачиваемость нормируемых оборотных средств;  
 $X_{16}$  - оборачиваемость ненормируемых оборотных средств;  
 $X_{17}$  - непроизводственные расходы.

Таблица 1

№ варианта	Результативный признак, Y	Номера факторных признаков, X
1	1	6,8, 11, 12, 17
2	1	6,8, 11, 13,17
3	1	8,11,12,13,17
4	1	6, 8, 13, 14, 17
5	1	8, 11, 13, 14, 17
6	1	6,8, 12, 13, 17
7	1	7, 11, 12, 13, 17
8	1	7,9, 12, 13, 17
9	1	8,11, 12, 13,17
10	1	8,9,13,14,17
11	1	5, 6, 7, 9, 17
12	1	5,7,9, 11,17
13	1	5,6,12,13,17
14	1	5,7,10,14,17
15	1	5,6,10,14,17
16	3	8, 10, 15, 16, 17
17	3	5,6, 10,15, 17
18	3	5,6,7,11,12
19	3	8,9,10,11,17
20	3	8,9,10,12,17
21	2	4, 5, 6, 8, 9
22	2	4, 5, 6, 7, 9
23	2	4,5,6,8,9
24	2	4, 5, 8, 9, 17
25	2	4, 5, 7, 9, 17

Таблица исходных данных

Таблица 2

№ пред- приятия	V;	V;	V.	X,	X <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
1	9,26	204,2	13,26	0,23	0,78	0,40	1,37	1,23	0,23	1,45
2	9,38	209,6	10,16	0,24	0,75	0,26	1,49	1,04	0,39	1,30
3	12,11	222,6	13,72	0,19	0,68	0,40	1,44	1,80	0,43	1,37
4	10,81	236,7	12,85							
5	9,35	62,0	10,63							
6	9,87	53,1	9,12							
7	8,17	172,1	25,83							
8	9,12	56,5	23,39							
9	5,88	52,6	14,68							
10	6,30	46,6	10,05							
11	6,22	53,2	13,99							
12	5,49	30,1	9,68							
13	6,50	146,4	10,03							
14	6,61	18,1	9,13							
15	4,32	13,6	5,37							
16	7,37	89,8	9,86							
17	7,02	62,5	12,62	0,32	0,78	0,08	35	0,79	0,56	1,60
18	8,25	46,3	5,02	0,25	0,78	0,20	,42	0,34	1,76	1,53
19	8,15	103,5	21,18	0,31	0,81	0,20	1,37	1,60	1,31	1,40
20	8,72	73,3	25,17	0,26	0,79	0,30	1,41	1,46	0,45	2,22
21	6,64	76,6	19,40	0,37	0,77	0,24	1,35	1,27	0,50	1,32
22	8,10	73,01	21,0	0,29	0,78	0,10	1,48	1,58	0,77	1,48
23	5,52	32,3	6,57	0,34	0,72	0,11	1,24	0,68	1,20	0,68
24	9,37	199,6	14,19	0,23	0,79	0,47	1,40	0,86	0,21	2,30
25	13,17	598,1	15,81	0,17	0,77	0,53	1,45	1,98	0,25	1,37
26	6,67	71,2	5,23	0,29	0,80	0,34	1,40	0,33	0,15	1,51
27	5,68	90,8	7,99	0,41	0,71	0,20	1,28	0,45	0,66	1,43
28	5,22	82,1	17,50	0,41	0,79	0,24	1,33	0,74	0,74	1,82
29	10,02	76,2	17,16	0,22	0,76	0,54	1,22	0,03	0,32	2,62
30	8,16	119,5	14,54	0,29	0,78	0,40	1,28	0,99	0,89	1,75
31	3,78	21,9	6,24	0,51	0,62	0,20	1,47	0,24	0,23	1,54
32	6,48	48,4	12,08	0,36	0,75	0,64	1,27	0,57	0,32	2,25
33	10,44	173,5	9,49	0,23	0,71	0,42	1,51	1,22	0,54	1,07
34	7,65	74,1	9,28	0,26	0,74	0,27	1,46	0,68	0,75	1,44
35	8,77	68,6	11,42	0,27	0,65	0,37	1,27	1,00	0,16	1,40
36	7,00	60,8	10,31	0,29	0,66	0,38	1,43	0,81	0,24	1,31
37	11,06	355,6	8,65	0,01	0,84	0,35	1,50	1,27	0,59	1,12
38	9,02	264,8	10,94	0,02	0,74	0,42	1,35	1,14	0,56	1,16
39	13,28	526,6	9,87	0,18	0,75	0,32	1,41	1,89	0,63	0,88
40	9,27	118,6	6,14	0,25	0,75	0,33	1,47	0,67	1,10	1,07
41	6,70	37,1	12,93	0,31	0,79	0,29	1,35	0,96	0,39	1,24
42	6,69	57,7	9,78	0,38	0,72	0,30	1,40	0,67	0,73	1,49
43	9,42	51,6	13,22	0,24	0,70	0,56	1,20	0,98	0,28	2,03

44	7,24	64,7	17,29	0,31	0,66	0,42	1,15	1,16	0,10	1,84
45	5,39	48,3	7,11	0,42	0,69	0,26	1,09	0,54	0,68	1,22
46	5,61	15,0	22,49	0,51	0,71	0,16	1,26	1,23	0,87	1,72
47	5,59	87,5	12,14	0,31	0,73	0,45	1,36	0,78	0,49	1,75
48	6,57	108,4	15,25	0,37	0,65	0,31	1,15	1,16	0,16	1,46
49	6,54	267,3	31,34	0,16	0,82	0,08	1,87	4,44	0,85	1,60
50	4,23	34,2	11,56	0,18	0,80	0,68	1,17	1,06	0,13	1,47
51	5,22	26,8	30,14	0,43	0,83	0,03	1,61	2,13	0,49	1,38
52	18,00	43,6	19,71	0,40	0,70	0,02	1,34	1,21	0,09	1,41
53	11,03	72,0	23,56	0,31	0,74	0,22	1,22	2,20	0,79	1,39

Продолжение таблицы 2

№ предприятия	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>
1	26006	167,69	47750	6,40	166,32	10,08	17,72
2	23935	186,10	50391	7,80	92,88	14,76	18,39
3	22589	220,45	43149	9,76	158,04	6,48	26,46
4	21220	169,30	41089	7,90	93,96	21,96	22,37
5	7394	39,53	14257	5,35	173,88	11,88	28,13
6	11586	40,41	22661	9,90	162,30	12,60	17,55
7	26609	102,96	52509	4,50	88,56	11,52	21,92
8	7801	37,02	14903	4,88	101,16	8,28	19,52
9	11587	45,74	25587	3,46	166,32	11,52	23,99
10	9475	40,07	16821	3,60	140,76	32,40	21,76
11	10811	45,44	19459	3,56	128,52	11,52	25,68
12	6371	41,08	12973	5,65	177,84	17,28	18,13
13	26761	136,14	50907	4,28	114,48	16,20	25,74
14	4210	42,39	6920	8,85	93,24	13,32	21,21
15	3557	37,39	5736	8,52	126,72	17,28	22,97
16	14148	101,78	26705	7,19	91,80	9,72	16,38
17	9872	47,55	20068	4,82	69,12	16,20	13,21
18	5975	32,61	11487	5,46	66,24	24,84	14,48
19	16662	103,25	32029	6,20	67,68	14,76	13,38
20	9166	38,95	18946	4,25	50,40	7,56	13,69
21	15118	81,32	28025	5,38	70,56	8,64	16,66
22	11429	67,26	20968	5,88	72,00	8-164	15,06
23	6462	59,92	11049	9,27	97,20	9,00	20,09
24	24628	107,34	45893	4,36	80,28	14,76	15,98
25	49727	512,60	99400	10,31	51,48	10,08	18,27
26	11470	53,81	20719	4,69	105,12	14,76	14,42
27	19448	80,83	36813	4,16	128,52	10,44	22,76
28	18963	59,42	33956	3,13	94,68	14,76	15,41

29	9185	36,96	17016	4,02	85,32	20,52	19,35
30	17478	91,43	34873	5,23	76,32	14,40	16,83
31	6265	17,16	11237	2,74	153,00	24,84	30,53
32	8810	27,29	17306	3,10	107,64	11,16	17,98
33	17659	184,33	39250	10,44	90,72	6,48	22,09
34	10342	58,42	19074	5,65	82,44	9,72	18,29
35	8901	59,40	18452	6,67	79,92	3,24	26,05
36	8402	49,63	17500	5,91	120,96	6,48	26,20
37	32625	391,27	7888	11,99	84,60	5,40	17,26
38	31160	258,62	58947	8,30	85,32	6,12	18,83
39	46461	75,66	94697	1,63	101,52	8,64	19,70
40	13833	123,68	29626	8,94	107,64	11,88	16,87
41	6391	37,21	11688	5,82	85,32	7,92	14,63
42	11115	53,37	21955	4,80	131,76	10,08	22,17
43	6555	32,87	12243	5,01	116,64	18,72	22,62
44	11085	45,63	20193	4,12	138,24	13,68	26,44
45	9484	48,41	20122	5,10	156,96	16,56	22,26
46	3967	13,58	7612	3,49	137,52	14,76	19,13
47	15283	63,99	27404	4,19	135,72	7,92	18,28
48	20874	104,55	39648	5,01	155,52	18,36	28,23
49	19418	222,11	43799	11,44	48,60	8,28	12,39
50	3351	25,76	6235	7,67	42,84	14,04	11,64
51	6338	29,52	11524	4,66	142,20	16,92	8,62
52	9756	41,99	17309	4,30	145,80	11,16	20,10
53	11795	78,11	22225	6,62	120,52	14,76	19,41

Выполнить корреляционно-регрессионный анализ.

## Тема 2. Исследование зависимостей.

Тестовые задания:

Какая математическая модель приведена ниже?

$x_{ij} = a_{i1}f_{1j} + a_{i2}f_{2j} + \dots + a_{im}f_{mj} + d_j v_{ij}$ , где  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, m}$ ;  $r = \overline{1, m}$ , где  $n$  - число объектов наблюдения;  $m$  - число показателей, характеризующих объект;  $r$  - число значимых общих факторов;  $x_{ij}$  - центрированное значение  $j$ -го показателя (переменной) у  $i$ -го объекта исследования;  $f_r$  -  $r$ -й общий фактор;  $v_j$  -  $j$ -й характерный (индивидуальный) фактор, присущий только данной  $j$ -й переменной;  $a_{jr}$  - весовой коэффициент  $j$ -й переменной на  $r$ -м общем факторе;  $d_j$  - весовой коэффициент  $j$ -й переменной на  $j$ -м характерном факторе.

1. Модель факторного анализа;
2. Математическая модель метода главных компонент;
3. Мультипликативная модель;
4. Аддитивная модель.

Мультиколлинеарность факторных переменных - это:

1. Отсутствие связи между факторными переменными;
2. Тесная связь между факторными переменными;
3. Многомерная связь между факторными переменными;
4. Множественная регрессионная модель.

Элементами матрицы факторного отображения  $A$  по формуле  $A = V \times \Lambda^{1/2}$  являются:

1. Линейные коэффициенты корреляции между исходными переменными и главными компонентами
3. Множественные коэффициенты корреляции между исходными переменными и главными компонентами

### Практическое задание

Задание по компонентному и кластерному анализу даны в таблице 1, а значения показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятий машиностроения приведены в таблице 2. Рассматриваются следующие показатели:

- $Y_1$  - производительность труда;
- $Y_2$  - индекс снижения себестоимости продукции;
- $Y_3$  - рентабельность;
- $X_4$  - трудоемкость единицы продукции;
- $X_5$  - удельный вес рабочих в составе ППП;
- $X_6$  - удельный вес покупных изделий;
- $X_7$  - коэффициент сменности оборудования;
- $X_8$  - премии и вознаграждения на одного работника;
- $X_9$  - удельный вес потерь от брака;
- $X_{10}$  - фондоотдача;
- $X_{11}$  - среднегодовая численность ППП;
- $X_{12}$  - среднегодовая стоимость ОПФ;
- $X_{13}$  - среднегодовой фонд заработной платы ППП;
- $X_{14}$  - фондовооруженность труда;
- $X_{15}$  - оборачиваемость нормируемых оборотных средств;
- $X_{16}$  - оборачиваемость ненормируемых оборотных средств;
- $X_{17}$  - непроизводственные расходы.

Таблица 1

№ варианта	Результативный признак, $Y$	Номера факторных признаков, $X$
1	1	6,8, 11, 12, 17
2	1	6,8, 11, 13,17
3	1	8,11,12,13,17

4	1	6, 8, 13, 14, 17
5	1	8, 11, 13, 14, 17
6	1	6,8, 12, 13, 17
7	1	7, 11, 12, 13, 17
8	1	7,9, 12, 13, 17
9	1	8,11, 12, 13,17
10	1	8,9,13,14,17
11	1	5, 6, 7, 9, 17
12	1	5,7,9, 11,17
13	1	5,6,12,13,17
14	1	5,7,10,14,17
15	1	5,6,10,14,17
16	3	8, 10, 15, 16, 17
17	3	5,6, 10,15, 17
18	3	5,6,7,11,12
19	3	8,9,10,11,17
20	3	8,9,10,12,17
21	2	4, 5, 6, 8, 9
22	2	4, 5, 6, 7, 9
23	2	4,5,6,8,9
24	2	4, 5, 8, 9, 17
25	2	4, 5, 7, 9, 17

**Таблица исходных данных**

Таблица 2

№ предприятия	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>
1	9,26	204,2	13,26	0,23	0,78	0,40	1,37	1,23	0,23	1,45
2	9,38	209,6	10,16	0,24	0,75	0,26	1,49	1,04	0,39	1,30
3	12,11	222,6	13,72	0,19	0,68	0,40	1,44	1,80	0,43	1,37
4	10,81	236,7	12,85							

5	9,35	62,0	10,63							
6	9,87	53,1	9,12							
7	8,17	172,1	25,83							
8	9,12	56,5	23,39							
9	5,88	52,6	14,68							
10	6,30	46,6	10,05							
11	6,22	53,2	13,99							
12	5,49	30,1	9,68							
13	6,50	146,4	10,03							
14	6,61	18,1	9,13							
15	4,32	13,6	5,37							
16	7,37	89,8	9,86							
17	7,02	62,5	12,62	0,32	0,78	0,08	35	0,79	0,56	1,60
18	8,25	46,3	5,02	0,25	0,78	0,20	,42	0,34	1,76	1,53
19	8,15	103,5	21,18	0,31	0,81	0,20	1,37	1,60	1,31	1,40
20	8,72	73,3	25,17	0,26	0,79	0,30	1,41	1,46	0,45	2,22
21	6,64	76,6	19,40	0,37	0,77	0,24	1,35	1,27	0,50	1,32
22	8,10	73,01	21,0	0,29	0,78	0,10	1,48	1,58	0,77	1,48
23	5,52	32,3	6,57	0,34	0,72	0,11	1,24	0,68	1,20	0,68
24	9,37	199,6	14,19	0,23	0,79	0,47	1,40	0,86	0,21	2,30
25	13,17	598,1	15,81	0,17	0,77	0,53	1,45	1,98	0,25	1,37
26	6,67	71,2	5,23	0,29	0,80	0,34	1,40	0,33	0,15	1,51
27	5,68	90,8	7,99	0,41	0,71	0,20	1,28	0,45	0,66	1,43
28	5,22	82,1	17,50	0,41	0,79	0,24	1,33	0,74	0,74	1,82
29	10,02	76,2	17,16	0,22	0,76	0,54	1,22	0,03	0,32	2,62
30	8,16	119,5	14,54	0,29	0,78	0,40	1,28	0,99	0,89	1,75
31	3,78	21,9	6,24	0,51	0,62	0,20	1,47	0,24	0,23	1,54
32	6,48	48,4	12,08	0,36	0,75	0,64	1,27	0,57	0,32	2,25
33	10,44	173,5	9,49	0,23	0,71	0,42	1,51	1,22	0,54	1,07
34	7,65	74,1	9,28	0,26	0,74	0,27	1,46	0,68	0,75	1,44
35	8,77	68,6	11,42	0,27	0,65	0,37	1,27	1,00	0,16	1,40
36	7,00	60,8	10,31	0,29	0,66	0,38	1,43	0,81	0,24	1,31
37	11,06	355,6	8,65	0,01	0,84	0,35	1,50	1,27	0,59	1,12
38	9,02	264,8	10,94	0,02	0,74	0,42	1,35	1,14	0,56	1,16
39	13,28	526,6	9,87	0,18	0,75	0,32	1,41	1,89	0,63	0,88
40	9,27	118,6	6,14	0,25	0,75	0,33	1,47	0,67	1,10	1,07
41	6,70	37,1	12,93	0,31	0,79	0,29	1,35	0,96	0,39	1,24
42	6,69	57,7	9,78	0,38	0,72	0,30	1,40	0,67	0,73	1,49
43	9,42	51,6	13,22	0,24	0,70	0,56	1,20	0,98	0,28	2,03
44	7,24	64,7	17,29	0,31	0,66	0,42	1,15	1,16	0,10	1,84
45	5,39	48,3	7,11	0,42	0,69	0,26	1,09	0,54	0,68	1,22
46	5,61	15,0	22,49	0,51	0,71	0,16	1,26	1,23	0,87	1,72
47	5,59	87,5	12,14	0,31	0,73	0,45	1,36	0,78	0,49	1,75
48	6,57	108,4	15,25	0,37	0,65	0,31	1,15	1,16	0,16	1,46
49	6,54	267,3	31,34	0,16	0,82	0,08	1,87	4,44	0,85	1,60
50	4,23	34,2	11,56	0,18	0,80	0,68	1,17	1,06	0,13	1,47
51	5,22	26,8	30,14	0,43	0,83	0,03	1,61	2,13	0,49	1,38
52	18,00	43,6	19,71	0,40	0,70	0,02	1,34	1,21	0,09	1,41

53	11,03	72,0	23,56	0,31	0,74	0,22	1,22	2,20	0,79	1,39
----	-------	------	-------	------	------	------	------	------	------	------

Продолжение таблицы 2

№ пред- приятия	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>
1	26006	167,69	47750	6,40	166,32	10,08	17,72
2	23935	186,10	50391	7,80	92,88	14,76	18,39
3	22589	220,45	43149	9,76	158,04	6,48	26,46
4	21220	169,30	41089	7,90	93,96	21,96	22,37
5	7394	39,53	14257	5,35	173,88	11,88	28,13
6	11586	40,41	22661	9,90	162,30	12,60	17,55
7	26609	102,96	52509	4,50	88,56	11,52	21,92
8	7801	37,02	14903	4,88	101,16	8,28	19,52
9	11587	45,74	25587	3,46	166,32	11,52	23,99
10	9475	40,07	16821	3,60	140,76	32,40	21,76
11	10811	45,44	19459	3,56	128,52	11,52	25,68
12	6371	41,08	12973	5,65	177,84	17,28	18,13
13	26761	136,14	50907	4,28	114,48	16,20	25,74
14	4210	42,39	6920	8,85	93,24	13,32	21,21
15	3557	37,39	5736	8,52	126,72	17,28	22,97
16	14148	101,78	26705	7,19	91,80	9,72	16,38
17	9872	47,55	20068	4,82	69,12	16,20	13,21
18	5975	32,61	11487	5,46	66,24	24,84	14,48
19	16662	103,25	32029	6,20	67,68	14,76	13,38
20	9166	38,95	18946	4,25	50,40	7,56	13,69
21	15118	81,32	28025	5,38	70,56	8,64	16,66
22	11429	67,26	20968	5,88	72,00	8,16	15,06
23	6462	59,92	11049	9,27	97,20	9,00	20,09
24	24628	107,34	45893	4,36	80,28	14,76	15,98
25	49727	512,60	99400	10,31	51,48	10,08	18,27
26	11470	53,81	20719	4,69	105,12	14,76	14,42
27	19448	80,83	36813	4,16	128,52	10,44	22,76
28	18963	59,42	33956	3,13	94,68	14,76	15,41
29	9185	36,96	17016	4,02	85,32	20,52	19,35
30	17478	91,43	34873	5,23	76,32	14,40	16,83
31	6265	17,16	11237	2,74	153,00	24,84	30,53
32	8810	27,29	17306	3,10	107,64	11,16	17,98
33	17659	184,33	39250	10,44	90,72	6,48	22,09
34	10342	58,42	19074	5,65	82,44	9,72	18,29
35	8901	59,40	18452	6,67	79,92	3,24	26,05
36	8402	49,63	17500	5,91	120,96	6,48	26,20
37	32625	391,27	7888	11,99	84,60	5,40	17,26

38	31160	258,62	58947	8,30	85,32	6,12	18,83
39	46461	75,66	94697	1,63	101,52	8,64	19,70
40	13833	123,68	29626	8,94	107,64	11,88	16,87
41	6391	37,21	11688	5,82	85,32	7,92	14,63
42	11115	53,37	21955	4,80	131,76	10,08	22,17
43	6555	32,87	12243	5,01	116,64	18,72	22,62
44	11085	45,63	20193	4,12	138,24	13,68	26,44
45	9484	48,41	20122	5,10	156,96	16,56	22,26
46	3967	13,58	7612	3,49	137,52	14,76	19,13
47	15283	63,99	27404	4,19	135,72	7,92	18,28
48	20874	104,55	39648	5,01	155,52	18,36	28,23
49	19418	222,11	43799	11,44	48,60	8,28	12,39
50	3351	25,76	6235	7,67	42,84	14,04	11,64
51	6338	29,52	11524	4,66	142,20	16,92	8,62
52	9756	41,99	17309	4,30	145,80	11,16	20,10
53	11795	78,11	22225	6,62	120,52	14,76	19,41

Выполнить компонентный и кластерный анализ данных.

### Тема 3. Классификация и снижение размерности.

#### Тестовые задания:

Формула расчета расстояния Махаланобиса имеет следующий вид::

$$1. d(X_i, X_j) = \sqrt{(X_i - X_j)^T \Delta^T \Sigma^{-1} \Delta (X_i - X_j)};$$

$$2. d(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_i^{(k)} - x_j^{(k)})^2};$$

$$3. d(X_i, X_j) = \sum_{s=1}^p |x_i^{(s)} - x_j^{(s)}|;$$

$$4. p_{\min}(S_l, S_m) = \min_{X_i \in S_l, X_j \in S_m} d(X_i, X_j)$$

При использовании метода k-средних для классификации многомерных объектов в состав кластера включаются новые объекты таким образом, чтобы внутриклассовая дисперсия:

1. Стремилась к минимуму;
2. Стремилась к максимуму;
3. Оставалась постоянной.

Дискриминантный анализ – совокупность статистических методов многомерной классификации объектов при наличии:

1. Средних значений;
2. «Обучающих» выборок;
3. «Обычных» выборок;

#### **Практическое задание**

**Задание.** Построить линейные модели с помощью регрессионного и факторного анализа для данных классического набора данных, предложенного Р.Фишером по ирисам (из открытых источников).

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек):  
приведены в п.6.2.

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО)
КТ - 1	100	0,23	23
КТ - 2	100	0,23	23
КТ- 3	100	0,14	14
Итого:	x	0,6	60

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ x Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

**КТ-1**

**Тема 1.**

Тестирование.

Практическое занятие (ПЗ).

**КТ-2**

**Тема 2.**

Тестирование.

Практическое занятие (ПЗ).

**КТ-3**

**Тема 3.**

Тестирование.

Практическое занятие (ПЗ).

Для каждой формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ определены критерии оценивания результатов выполнения задания.

1. Критерии оценивания тестирования:

Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
<i>Количество правильных ответов</i>	0	<i>Количество правильных ответов менее 55%</i>
	25	<i>Количество правильных ответов от 55% до 64%</i>
	50	<i>Количество правильных ответов от 65% до 74%</i>
	75	<i>Количество правильных ответов от 75% до 84%</i>
	100	<i>Количество правильных ответов от 85% до 100%</i>
Итого максимально:	100	

2. Критерии оценивания ПЗ:

Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
<i>Содержание и раскрытие выбранных понятий</i>	41-70	<i>Детальное, последовательное описание всех понятий на примере выбранной системы</i>
	21-40	<i>Поверхностное описание без привязки к выбранной системе</i>
	0-20	<i>Понятия раскрыты минимально или не раскрыты вовсе</i>
<i>Количество выполненных заданий</i>	30	<i>Количество выполненных заданий от 85% до 100%</i>
	15	<i>Количество выполненных заданий от 55% до 84%</i>
	0	<i>Количество выполненных заданий менее 55%</i>
Итого максимально:	100	

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (ПЗ), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

**6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине**

### 6.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в устной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами 2-х заданий различного типа. На выполнение заданий дается 40 минут. По завершении подготовки необходимо представить ответы, подробно изложив ход выполнения задания, сделать выводы (при необходимости).

При реализации промежуточной аттестации в ЭО/ДОТ могут быть использованы следующие формы: устно в ДОТ - в форме обоснованных ответов на задания различного типа; письменно в СДО - в форме письменного решения заданий различного типа; тестирование в СДО.

### 6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.

#### Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Предмет, метод и задачи курса «Математические методы статистической обработки и анализа данных».
2. Основные условия применения многомерного статистического анализа в социальноэкономических исследованиях.
3. Общая теория многомерных распределений.
4. Виды шкал. Количественные и качественные данные.
5. Робастность в многомерном статистическом анализе.
6. Одномерная группировка и одномерноецензурирование.
7. Таблицы сопряженности.
8. Многомерное цензурирование.
9. Выявление аномальности в многомерных совокупностях
10. Многомерное нормальное распределение.
11. Свойства многомерного нормального распределения.
12. Устойчивость многомерного нормального распределение относительно линейных преобразований.
13. Проблема размерности в многомерных исследованиях.
14. Многомерные методы оценивания и статистического сравнения.
15. Множественный корреляционно-регрессионный анализ.
16. Линейная множественная регрессионная модель.
17. Выбор адекватного уравнения регрессии.
18. Понятие о нелинейной регрессии.
19. Корреляционный анализ количественных связей и порядковых переменных.
20. Оценки частных и множественных коэффициентов корреляции.
21. Непараметрические показатели связи.
22. Сущность и алгоритм дисперсионного анализа.
23. Расчет внутригрупповой и межгрупповой вариации.
24. Множественный дисперсионный анализ.
25. Методы снижения размерности.
26. Модель, математическое обоснование и алгоритм метода главных компонент.
27. Получение и использование матриц факторов, индивидуальных значений главных компонент.
28. Экономическая интерпретация главных компонент
29. Метод главных факторов.
30. Регрессия на главные компоненты.
31. Линейная модель факторного анализа.
32. Экономическая интерпретация общих факторов.

33. Методы классификации без обучения.
34. Иерархические кластер-процедуры.
35. Функционалы качества разбиения на классы
36. Метод К-средних.
37. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов.
38. Методы классификации с обучением.
39. Линейный дискриминантный анализ при известных параметрах многомерного нормального закона распределения.
40. Вероятность ошибочной классификации с помощью дискриминантной функции.
41. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков.
42. Пошаговый дискриминантный анализ.
43. Математическое описание метода дискриминантного анализа.
44. Модель метода канонических корреляций.
45. Применение многомерного статистического анализа в экономических исследованиях.
46. Интерпретация канонического коэффициента корреляции и соответствующих канонических величин.
47. Модель ковариационного анализа с одним фактором и одной сопутствующей переменной
48. Применение множественного ковариационного анализа в экономических исследованиях

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации:

ТИП ЗАДАНИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Выбрать один верный ответ.</li> <li>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, b).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Совокупность случайно отобранных объектов называется:               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) генеральной совокупностью;</li> <li>б) выборочной совокупностью;</li> <li>в) простой совокупностью;</li> <li>г) повторной совокупностью;</li> <li>д) бесповторной совокупностью.</li> </ol> </li> <li>2. Все мыслимые объекты некоторого источника наблюдений называются:               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) генеральной совокупностью;</li> <li>в) совокупностью объектов;</li> <li>б) случайным коллективом;</li> <li>г) множеством объектов.</li> </ol> </li> <li>3. Если каждый объект генеральной совокупности имеет одинаковую вероятность попасть в выборку, то выборка называется:               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) простой;</li> <li>б) повторной;</li> <li>в) бесповторной;</li> <li>г) репрезентативной;</li> <li>д) генеральной.</li> </ol> </li> <li>4. Выборка - это               <ol style="list-style-type: none"> <li>а) ограниченное число выбранных случайным образом элементов;</li> <li>б) ограниченное число элементов, выбранных неслучайно;</li> </ol> </li> </ol>

		в) большая совокупность элементов, для которой оцениваются характеристики.						
Задание комбинированного типа на установление соответствия	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</p> <p>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</p> <p>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А или Б).</p>	<p>Установить соответствие:</p> <table border="1"> <tr> <td>1. Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки, называется</td> <td>А. состоятельной;</td> </tr> <tr> <td>2. Точечная оценка, которая имеет наименьшую дисперсию среди всех несмещенных оценок того же параметра, называется:</td> <td>Б. несмещенной</td> </tr> <tr> <td>3. Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки, называется:</td> <td>В. эффективной;</td> </tr> </table>	1. Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки, называется	А. состоятельной;	2. Точечная оценка, которая имеет наименьшую дисперсию среди всех несмещенных оценок того же параметра, называется:	Б. несмещенной	3. Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки, называется:	В. эффективной;
1. Точечная оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки, называется	А. состоятельной;							
2. Точечная оценка, которая имеет наименьшую дисперсию среди всех несмещенных оценок того же параметра, называется:	Б. несмещенной							
3. Точечная оценка, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки, называется:	В. эффективной;							
Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать несколько правильных ответов.</p> <p>4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1, 4 или a, d).</p>	<p>1. Если коэффициент межфакторной корреляции равен 0,89, то</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдается мультиколлинеарность</li> <li>2. Не наблюдается мультиколлинеарность</li> <li>3. Связь прямая сильная</li> <li>4. Связь прямая слабая</li> <li>5. Связь обратная сильная</li> <li>6. Связь обратная слабая</li> </ol> <p>2. Для гипотезы «о средних» <math>H_0: a_x = a_y</math>, альтернативная гипотеза <math>H_1</math> имеет вид <math>a_x &gt; a_y</math>. По критерию Стьюдента <math>t_{\text{эмт}} = 2,2</math>, а для уровня значимости 0,05 значение <math>t_{\text{крит}} = 1,697</math>. Статистическое решение ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) с достоверностью 0,95 принимается гипотеза <math>H_1</math> о том, что «генеральное среднее выборки X больше генеральной средней выборки Y;</li> <li>2) с достоверностью 0,95 генеральные средние совокупностей значительно различаются; имеющееся различие средних значений не может быть объяснено случайными причинами;</li> <li>3) с ошибкой 0,05 нет оснований для отклонения гипотезы <math>H_0</math> о незначимости различий между генеральными средними;</li> <li>4) с ошибкой 0,05 можно говорить о незначимом различии между генеральными средними, что объясняется случайностью выборок.</li> </ol>						
Задание комбинированного типа на установление последовательности	<p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</p>	<p>Для построения модели классификации необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить метрики качества модели</li> <li>2. Определить целевой признак</li> <li>3. Разделить выборку на тестовую и обучающую</li> <li>4. Определить множество нецелевых признаков</li> <li>5. Построить и обучить модель</li> </ol>						

	4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).	
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, текст обоснования).	1. Мода вариационного ряда 1, 4, 5, 6, 7, 7, 9 равна: а) 6; б) 9; в) 7; г) 1. 2. Выборочное среднее значение признака в выборке 11, 10, 9, 8 : а) 38; б) 9,5; в) 10; г) 19.
Задание открытого типа с развернутым ответом	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ	1. Дан вариационный ряд выборки объема $n = 10$ : -2, 0, 3, 3, 4, 5, 9, 11, 12, 15. Выборочная медиана для этого ряда равна: а) 1,5; б) 1,8; в) 6,0; г) 4,5. 2. Дана выборка объема $n = 5$ : -3, -2, 0, 2, 3. Выборочная дисперсия равна: а) 1,5; б) 5,2; в) 4,0; г) 3,5.

### 6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

Критерии и балльная шкала определяются преподавателем

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ
<i>Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок</i>	40
<i>Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</i>	30-39
<i>Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании</i>	20-29

<p><i>процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</i></p>	
<p><i>Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</i></p>	0-19

6.4. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (при необходимости).

Для решения задач открытого типа (ПКЗ), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

## 7. Методические материалы по освоению дисциплины

Для изучения основных вопросов образовательной программы необходимо конспектировать материалы лекций, работать с рекомендованной преподавателем литературой, а также ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Для приобретения навыков активного использования знаний полезно обсуждать плановые и возникающие вопросы, а также решаемые задачи на практических занятиях. Чтобы легче и прочнее усвоить материал следует постоянно использовать конкретные примеры, сравнения из уже полученных областей наук.

Для закрепления изученного материала даны вопросы по каждой теме дисциплины, на которые следует самостоятельно найти ответы.

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия проводятся главным образом по дисциплинам, требующим закрепления навыков решения задач, и помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести умения применять принципы системного подхода к решению разнообразных задач, определять и оценивать ресурсы и существующие ограничения разного рода проектов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо проанализировать конспект лекции, ознакомиться с рекомендованной литературой по соответствующей теме, осуществить

подготовку по рекомендованным в рабочей программе вопросам для обсуждения темы, выполнить домашнее задание (при необходимости).

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю (в том числе по электронной почте). Планируя консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику. Кроме того, ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд методических материалов для быстрого повторения изученных вопросов, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

После изучения базовых тем курса проводится текущий контроль знаний студентов в виде опроса или письменного тестирования. Типовые тесты и задания по темам дисциплины приведены в специальном разделе данной рабочей программы.

Подготовка к текущему и промежуточному контролю предполагает изучение представленных вопросов к зачету, работу над тестами, представленными в данной рабочей программе, выполнение семестровой проектной работы по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе.

Работа в малых группах – это одна из самых популярных форм проведения занятий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Цель данной формы проведения занятий: продемонстрировать сходство или различия определенных явлений, выработать стратегию или разработать план, выяснить отношение различных групп участников к одному и тому же вопросу. В ходе этой работы дополнительно решаются следующие задачи: развитие навыков общения и взаимодействия в группе, формирование ценностно-ориентационного единства группы, поощрение к гибкой смене социальных ролей в зависимости от ситуации.

Группа студентов делится на несколько малых групп. Количество групп определяется числом творческих заданий, которые будут обсуждаться в процессе занятия. Малые группы формируются либо по желанию студентов, либо по родственной тематике для обсуждения. Каждая малая группа обсуждает творческое задание в течение отведенного времени. Основной этап – проведение обсуждения творческого задания. Заслушиваются суждения, предлагаемые каждой малой группой по творческому заданию. Преподаватель дает оценочное суждение и работе малых групп, по решению творческих заданий, и эффективности предложенных путей решения.

В качестве самостоятельной работы студентами выполняется семестровая работа по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе по всем темам. Рекомендуется выбрать организационно-техническую систему. Перед выполнением задания по теме 1 выбранную систему необходимо согласовать с преподавателем. При выполнении заданий по темам могут использоваться представленные студентом материалы по предыдущим темам. Выполненная семестровая работа представляется студентом на открытой защите на промежуточной аттестации.

## 8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

### 8.1. Основная литература

1. Калинина, В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Н. Калинина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 472 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02471-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510903> (дата обращения: 01.04.2026).
2. Сидняев, Н. И. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для среднего профессионального образования / Н. И. Сидняев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 219 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04091-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560790> (дата обращения: 01.04.2026).
3. Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565694> (дата обращения: 01.04.2026).

### 8.2. Дополнительная литература

1. Боровиков, Владимир Павлович. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows : основы теории и интенсивная практика на компьютере : учеб. пособие для вузов, рек. М-вом образования Рос. Федерации / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. - М. : Финансы и статистика, 2000. - 378 с.
2. Кацко И. А., Паклин Н. Б. Практикум по анализу данных на компьютере. – М.: КолосС, 2009. - 278 с.
3. Ларсон Б. Разработка Бизнес-аналитики в Microsoft SQL Server 2005. – М.: Питер, 2008.
4. Матвеев М.Г., Свиридов А.С., Алейникова Н.А. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике.: [учебное пособие]. М.: Финансы и статистика, Изд.дом ИНФРА, 2014.
5. Наумов, Владимир Николаевич. Средства бизнес-аналитики : учеб. пособие / В. Н. Наумов ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации", Сев.-Зап. ин-т упр. - СПб. : СЗИУ - фил. РАНХиГС, 2016. - 107 с.
6. Тихомиров, Николай Петрович. Методы эконометрики и многомерного статистического анализа : учебник, рек. М-вом образования и науки Рос. Федерации / Н. П. Тихомиров, Т. М. Тихомирова, О. С. Ушмаев. - М. : Экономика, 2011. - 637 с.
7. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007.

8.Андерсон К. Аналитическая культура. От сбора данных до бизнес-результатов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017.

### 8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

### 8.4 Интернет-ресурсы

Обучающимся обеспечен доступ к материалам курса в СДО Академии <http://lms.ranepa.ru>, а так же через сайт научной библиотеки к следующим подписным электронным ресурсам:

#### **Русскоязычные ресурсы**

- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Юрайт»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
  - Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «ZNANIUM.COM»
  - Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «BOOK.RU»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «IPRSMART»

### **9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

№ п/п	Наименование
1.	Специализированные залы для проведения лекций, оснащенные персональным компьютером/ноутбуком и мультимедийным проектором
2.	Аудитории и компьютерные классы, оборудованные посадочными местами и персональными компьютерами с выходом в Интернет для проведения практических занятий
3.	Пакет MS Office 2017, Ramus Educational, StarUML, SilaUnion, Archi.
4.	«МТС Линк» — российская платформа для онлайн-коммуникаций и совместной работы команд ; «Яндекс Телемост» — сервис для видеоконференций от Яндекса; Я-мессенджер
5.	Технические средства обучения: персональные компьютеры; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах AVI, MPEG-4, DivX, RMVB, WMV; программы для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных; соответствующие онлайн-инструменты для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях
6.	Научная библиотека (в т.ч. электронные информационные ресурсы научной библиотеки)
7.	СДО Академии <a href="https://lms.ranepa.ru/">https://lms.ranepa.ru/</a>