

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

Направление и направленность (профиль)  
01.03.04 Прикладная математика. Цифровая экономика

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2024

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

Составитель(и):

*Мартышенко С.Н., кандидат технических наук, профессор, Кафедра математики и моделирования, [sergey.martishenko@vvsu.ru](mailto:sergey.martishenko@vvsu.ru)*

Утверждена на заседании кафедры математики и моделирования от 18.05.2023 , протокол № 7

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Мазелис Л.С.

<b>ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ</b>	
Сертификат	1575656200
Номер транзакции	0000000000BBDDCC
Владелец	Мазелис Л.С.

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью изучения дисциплины «Многомерные статистические методы» является формирование у студентов фундаментальных теоретических знаний по вопросам методики и практики применения методов многомерного статистического анализа данных, а также обучение студентов современным программным средствам в которых реализованы модули, осуществляющие решение задач многомерного анализа.

В ходе изучения курса у студента должно формироваться представление о конкретных практических ситуациях, в которых необходимо использование методов многомерного статистического анализа.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ по спектру наиболее распространенных статистических методов анализа данных и условий их применения;
- изучение концепции и технологии современного анализа данных на компьютере;
- изучение принципов работы программных средств, предназначенных для многомерного статистического анализа данных;
- изучение современных визуальных методов анализа данных и использования их для статистического вывода и формулировки гипотез о структуре данных;
- выработка умения самостоятельного решения задач по выбору методов анализа в практических ситуациях;
- получение навыков применения программных систем, предназначенных для многомерного статистического анализа данных, а также тестирования программных модулей на модельных данных;
- изучение рынков программного обеспечения по анализу данных.

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

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

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-2 : Способен осуществлять аналитическое обеспечение разработки стратегии организации	ПКВ-2.2к : Осуществляет стратегический анализ организации с использованием больших данных	РД1	Знание	1) основных принципов, методов и результатов современных многомерных статистических методов; 2) общности понятий и представлений многомерных статистических методов с другими математическими и экономическими дисциплинами
			РД11	Навык	владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA
			РД6	Умение	ставить задачи в области прикладного многомерного анализа экономических данных и применять многомерные статистические методы для их решения.
			РД8	Умение	создавать аналитические отчеты, на основе собранных данных в глобальных компьютерных сетях

ПКВ-3 : Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных	ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными	РД12	Навык	организовывать опросы в сети, с использованием коммуникаций в социальных сетях
		РД13	Навык	работать с большими объемами реальных данных
		РД4	Знание	возможности наиболее распространенных онлайн-сервисов по сбору данных в глобальных компьютерных сетях
		РД5	Умение	проводить факторный анализ, используя метод главных компонент и метод максимального правдоподобия, оценивать значимость построенной факторной модели
		РД9	Умение	работать с большими объемами информации
ПКВ-4 : Способен выбирать рациональные решения по ИС и ИКТ для управления организациями в цифровой экономике	ПКВ-4.1к : Анализирует рынок информационных систем и информационно-коммуникативных технологий	РД1	Знание	1) основных принципов, методов и результатов современных многомерных статистических методов; 2) общности понятий и представлений многомерных статистических методов с другими математическими и экономическими дисциплинами
		РД10	Навык	1) владения основными аналитическими приемами многомерного и статистического анализа; 2) владения методиками проведения вероятностных расчетов, навыками расчета основных характеристик, возникающих при проведении вероятностного анализа в практических задачах;
		РД11	Навык	владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA
	ПКВ-4.2к : Выбирает ИС и ИКТ, позволяющие анализировать и использовать большие данные в управлении организацией	РД11	Навык	владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA
		РД2	Знание	основных свойств и характеристик многомерных случайных величин, идеологии методов многомерного анализа, назначение и структуру соответствующих модулей ППП STATISTICA.
		РД3	Знание	основные принципы работы с онлайн-сервисами по сбору данных в глобальных компьютерных сетях

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Многомерные статистические методы» относится к обязательной части «Блока 1 Дисциплины (модули)» учебного плана Направление 01.03.04 Прикладная математика Цифровая экономика

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества

академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)					СРС	Форма аттес-тации	
					Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА			КСР
01.03.04 Прикладная математика	ОФО	Б1.В	5	2	37	0	36	0	1	0	35	3

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

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

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

№	Название темы	Код ре-зультата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Прак	Лаб	СРС	
1	Методы моделирование данных	РД3, РД7	0	4	0	8	теоретический опрос, отчет по практической работе №1, индивидуальное домашнее задание
2	Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных	РД4, РД8, РД9, РД12, РД13	0	4	0	8	теоретический опрос, отчет по практической работе №2, индивидуальное домашнее задание
3	Методы анализа достоверности данных и исправление ошибок	РД1	0	6	0	12	теоретический опрос, отчет по практической работе №3
4	Методы проверки статистических гипотез	РД1, РД5, РД10	0	4	0	8	теоретический опрос, отчет по практической работе №4, индивидуальное домашнее задание
5	Кластерный анализ непрерывных признаков	РД2, РД6, РД11	0	6	0	12	теоретический опрос, отчет по практической работе №5
6	Кластерный анализ бинарных признаков	РД2, РД6, РД11	0	6	0	12	теоретический опрос, отчет по практической работе №6
7	Дискриминантный анализ	РД2, РД6	0	6	0	11	теоретический опрос, отчет по практической работе №7
<b>Итого по таблице</b>			<b>0</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>71</b>	

### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

*Тема 1 Методы моделирование данных.*

Содержание темы: Генерация случайных чисел. Свойства датчика случайных чисел Excel. Преобразование случайных чисел к различным диапазонам. Генерация выборки нормального закона путем преобразования случайных чисел. Генерация данных различных

законов распределений средствами Excel. Генерация случайных выборок методом неравномерной рулетки. Генерация данных методом отбраковки. Генерация многомерного нормального распределения. Средства визуализации данных при генерации данных случайных выборок (трехмерные графики).

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе, подготовка к итоговой контрольной работе.

*Тема 2 Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных.*

Содержание темы: Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Определение диапазона значений признаков. Расчет характеристик выборки в предварительном анализе многомерных данных. Средства визуального анализа в предварительном анализе.

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе.

*Тема 3 Методы анализа достоверности данных и исправление ошибок.*

Содержание темы: Предварительный анализ данных анкетных опросов. Оценка интервьюеров. Анализ многомерной выборки на отсутствие данных. Выделение выбросов по многомерной выборке непрерывных признаков. Выделение выбросов по многомерной выборке бинарных признаков. Обобщенный способ выделения выбросов по многомерным данным. Средства визуального анализа достоверности данных и повышения достоверности данных.

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе.

*Тема 4 Методы проверки статистических гипотез.*

Содержание темы: Проверка согласование данных выборки конкретному закону распределения по критерию. Оценка зависимости признаков с помощью критерия. Средства визуального анализа, используемые в задачах. Дисперсионный анализ. Нелинейная регрессия. Оценка составляющих дисперсии. Использование критерия Фишера для оценки качества регрессии. Средства визуального анализа данных.

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе.

*Тема 5 Кластерный анализ непрерывных признаков.*

Содержание темы: Расчет матриц близости объектов и классов по непрерывным признакам. Оценка функции качества классификации. Построение дендрограмм и другие средства визуального анализа данных.

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе, выполнение ИДЗ.

### *Тема 6 Кластерный анализ бинарных признаков.*

Содержание темы: Расчет матриц близости объектов и классов по бинарным признакам. Оценка функции качества классификации. Построение дендрограмм и другие средства визуального анализа данных.

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе.

### *Тема 7 Дискриминантный анализ.*

Содержание темы: Классификация многомерных выборок с обучением. Оценка качества классификации с использованием метода скользящего экзамена. Средства визуального анализа данных в задачах классификации с обучением.

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

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к теоретическому опросу, подготовка к практическому занятию, подготовка отчета по практической работе, подготовка к итоговой контрольной работе.

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

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

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения текущих и промежуточных контрольных испытаний студенту рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

- самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы;
- регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы;
- согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины.

Основным видом работы по изучению дисциплины является выполнение практических заданий на практических занятиях. Специфика дисциплины состоит в изучении сложных наукоемких алгоритмов. Большинство известных алгоритмов реализованы в пакетах прикладных программ. Однако, для эффективного использования программных модулей необходимо хорошо представлять все этапы работы алгоритмов. Для освоения алгоритмов разработаны специальные шаблоны в среде EXCEL. При выполнении практических заданий студенты используют разработанные преподавателем шаблоны. Такой методический прием позволяет сосредоточить внимание студента на содержании, изучаемого алгоритма, исключая непроизводительные затраты времени на оформление промежуточных результатов.

Продвинутые методы многомерного статистического анализа реализованы в виде программных модулей в специализированных пакетах прикладных программ. В процессе изучения дисциплины отрабатываются навыки работы с одним из самых распространенных пакетов статистической обработки данных ППП STATISTICA.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студента включает следующие виды, выполняемые в

соответствии с ФГОС ВО и рабочим учебным планом:

- аудиторная самостоятельная работа студента под руководством и контролем преподавателя на практических занятиях. При проведении практических занятий применяется «Метод кооперативного обучения»: студенты работают в малых группах (3 – 4 чел.) над индивидуальными заданиями, в процессе выполнения которых они могут совещаться друг к другу. Преподаватель, в свою очередь, наблюдает за работой малых групп, а также поочередно разъясняет новый учебный материал малым группам, которые закончили работать над индивидуальными заданиями по предыдущему материалу;

- внеаудиторная самостоятельная работа студента под руководством и контролем преподавателя: изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям.

Контроль успеваемости осуществляется в соответствии с рейтинговой системой оценки знаний студентов. Оценка по дисциплине определяется по 100-бальной шкале как сумма баллов, набранных студентом в результате работы в семестре. Распределение баллов доводится до студентов в начале семестра.

Баллами оценивается посещение занятий, теоретические опросы, отчет по практической работе, выполнение индивидуального задания, итоговая контрольная работа.

Основной формой промежуточного контроля уровня подготовки студентов является зачет, который проводится в форме контрольной работы.

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

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

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

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

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

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

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

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS : учебное пособие / под ред. И.В. Орловой. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. — 310 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее



образование). - ISBN 978-5-9558-0108-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2073497> (дата обращения: 11.04.2024).

2. Паршинцева, Л. С., Многомерный анализ данных на Python : учебник / Л. С. Паршинцева, А. А. Паршинцев. — Москва : КноРус, 2024. — 129 с. — ISBN 978-5-406-12606-6. — URL: <https://book.ru/book/951954> (дата обращения: 25.02.2024). — Текст : электронный.

### **7.2    Дополнительная литература**

1. Глебов, В. И., Анализ данных в экономике. Сборник задач. : учебник / В. И. Глебов, С. Я. Криволапов. — Москва : КноРус, 2024. — 578 с. — ISBN 978-5-406-12582-3. — URL: <https://book.ru/book/952667> (дата обращения: 25.02.2024). — Текст : электронный.

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

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам. Математика и математическое образование (<http://window.edu.ru>)

2. Математический форум Math Help Planet (<http://mathhelpplanet.com/static.php>)

3. СПС КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>

4. ЭБС Консультант студента ([www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru))

5. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"

6. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"

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

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

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

### Основное оборудование:

- Ист.бесп.эл.питания Smart-UPS 3000VA
- Мультипроектор №1 Panasonic PT-LX26HE
- Облачный монитор 23" LG CAV42K
- Облачный монитор LG Electronics черный +клавиатура+мышь
- Сетевой монитор:Нулевой клиент Samsung SyncMaster NC240
- Усилитель-распределитель VGA/XGA Kramer VP-200

### Программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian
- Statsoft Statistica Base for Windows v.6 Russian

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

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

**МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

Направление и направленность (профиль)

01.03.04 Прикладная математика. Цифровая экономика

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2024

## 1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
01.03.04 «Прикладная математика» (Б-ПМ)	ПКВ-2 : Способен осуществлять аналитическое обеспечение разработки стратегии организации	ПКВ-2.2к : Осуществляет стратегический анализ организации с использованием больших данных
	ПКВ-3 : Способен осуществлять сбор, обработку и анализ больших данных	ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными
	ПКВ-4 : Способен выбирать рациональные решения по ИС и ИКТ для управления организациями в цифровой экономике	ПКВ-4.1к : Анализирует рынок информационных систем и информационно коммуникативных технологий
		ПКВ-4.2к : Выбирает ИС и ИКТ, позволяющие анализировать и использовать большие данные в управлении организацией

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

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ПКВ-2 «Способен осуществлять аналитическое обеспечение разработки стратегии организации»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код	Т	Результат	

ПКВ-2.2к : Осуществляет стратегический анализ организации с использованием больших данных	Р Д 1	Зн ан ие	1) основных принципов, методов и результатов современных многомерных статистических методов; 2) общности понятий и представлений многомерных статистических методов с другими математическими и экономическими дисциплинами	- обладает способностью назвать основные методы многомерного статистического анализа данных; - демонстрирует сформированность знания методов многомерной классификации для решения аналитических задач, реализованных в современных программных средствах; - демонстрирует сформированность знания методов многомерного статистического анализа данных - обладает способностью формулировать содержательные задачи, для решения которых применим кластерный анализ - обладает способностью сформулировать содержательный смысл дискриминирующей функции
	Р Д 6	У м ен ие	ставить задачи в области прикладного многомерного анализа экономических данных и применять многомерные статистические методы для их решения.	- обладает способностью формулировать содержательные задачи, для решения которых применим кластерный анализ
	Р Д 8	У м ен ие	создавать аналитические отчеты, на основе собранных данных в глобальных компьютерных сетях	обладать способностью грамотно использовать инструменты оформления результатов обработки данных
	Р Д 11	Н ав ы к	владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA	- обладает навыками использования модулей ППП STATISTICA иерархического кластерного анализа и кластерного анализа методом К-средних

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

Таблица 2.2 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код ре- з- та	Т и п ре- з- та	Результат	
ПКВ-3.1к : Использует и совершенствует методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства для работы с большими данными	Р Д 4	Зн ан ие	возможности наиболее распространенных онлайн-сервисов по сбору данных в глобальных компьютерных сетях	демонстрирует сформированность знания основных инструментов, используемых онлайн-сервисами по сбору данных в глобальных компьютерных сетях

	Р Д 5	У м е н е н е	проводить факторный анализ, используя метод главных компонент и метод максимального правдоподобия, оценивать значимость построенной факторной модели	- обладает способностью использовать методы многомерной классификации, реализованные в современных программных средствах, для решения аналитических и исследовательских задач; - обладает способностью интерпретировать полученные значения факторных переменных; - обладает способностью интерпретировать факторные нагрузки
	Р Д 9	У м е н е н е	работать с большими объемами информации	обладать способностью производить экспорт данных в различные вычислительные среды, умеет преобразовывать данные к виду удобному для выполнения сложных вычислений
	Р Д 12	Н а в ы к	организовывать опросы в сети, с использованием коммуникаций в социальных сетях	демонстрирует способность самостоятельно осуществлять сбор данных с использованием сетевых ресурсов
	Р Д 13	Н а в ы к	работать с большими объемами реальных данных	обладать способностью выполнять сложные вычисления на основе больших массивов многомерных данных

**Компетенция ПКВ-4** «Способен выбирать рациональные решения по ИС и ИКТ для управления организациями в цифровой экономике»

Таблица 2.3 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код ре- з- та	Т и п е р е з- та	Результат	
ПКВ-4.1к : Анализирует рынок информационных систем и информационно коммуникативных технологий	Р Д 1	Зн ан ие	1) основных принципов, методов и результатов современных многомерных статистических методов; 2) общности понятий и представлений многомерных статистических методов с другими математическими и экономическими дисциплинами	- обладает способностью назвать основные методы многомерного статистического анализа данных; - демонстрирует сформированность знания методов многомерной классификации для решения аналитических и исследовательских задач, реализованных в современных программных средствах; - демонстрирует сформированность знания методов многомерного статистического анализа данных - обладает способностью формулировать содержательные задачи, для решения которых применим кластерный анализ - обладает способностью сформулировать содержательный смысл дискриминирующей функции

	Р Д 10	Н а в ы к	1) владения основными аналитическими приемами многомерного и статистического анализа; 2) владения методиками проведения вероятностных расчетов, навыками расчета основных характеристик, возникающих при проведении вероятностного анализа в практических задачах;	- демонстрирует навыки решения задач дискриминантного анализа - обладает навыками обоснованно отбирать итоговое количество факторов в модели
	Р Д 11	Н а в ы к	владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA	- обладает навыками использования модулей ППП STATISTICA иерархического кластерного анализа и кластерного анализа методом К-средних
ПКВ-4.2к : Выбирает ИС и ИКТ, позволяющие анализировать и использовать большие данные в управлении организацией	Р Д 2	Зн а н и е	основных свойств и характеристик многомерных случайных величин, идеологии методов многомерного анализа, назначение и структуру соответствующих модулей ППП STATISTICA.	- демонстрирует сформированность знания возможностей и ограничений применения модулей ППП STATISTICA - способен назвать параметры классификации для дискриминантного анализа
	Р Д 3	Зн а н и е	основные принципы работы с онлайн-сервисами по сбору данных в глобальных компьютерных сетях	обладать способностью формулировать назначения онлайн-сервисов, преимущества и недостатки сбора данных в глобальных компьютерных сетях
	Р Д 11	Н а в ы к	владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA	- обладает навыками использования модулей ППП STATISTICA иерархического кластерного анализа и кластерного анализа методом К-средних

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

### 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения	Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения			
РД1	1.3. Методы анализа достоверности данных и исправление ошибок	Практическая работа	Контрольная работа
		Разноуровневые задания и задания	Контрольная работа
		Собеседование	Контрольная работа
	1.4. Методы проверки статистических гипотез	Практическая работа	Контрольная работа
		Разноуровневые задания и задания	Контрольная работа

			Собеседование	Контрольная работа
РД2	Знание : основных свойств и характеристик многомерных случайных величин, идеологии методов в многомерного анализа, назначение и структуру соответствующих модулей ППП STATISTICA.	1.5. Кластерный анализ непрерывных признаков	Практическая работа	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
		1.6. Кластерный анализ бинарных признаков	Практическая работа	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
		1.7. Дискриминантный анализ	Практическая работа	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД3	Знание : основные принципы работы с онлайн-сервисами по сбору данных в глобальных компьютерных сетях	1.1. Методы моделирование данных	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД4	Знание : возможности наиболее распространенных онлайн-сервисов по сбору данных в глобальных компьютерных сетях	1.2. Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД5	Умение : проводить факторный анализ, используя метод главных компонент и метод максимального правдоподобия, оценивать значимость построенной факторной модели	1.4. Методы проверки статистических гипотез	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД6	Умение : ставить задачи в области прикладного многомерного анализа экономических данных и применять многомерные статистические методы для их решения.	1.5. Кластерный анализ непрерывных признаков	Практическая работа	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
		1.6. Кластерный анализ бинарных признаков	Практическая работа	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
		1.7. Дискриминантный анализ	Практическая работа	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД7	Умение : создавать анкетные формы в среде Google различной сложности	1.1. Методы моделирование данных	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа

РД8	Умение : создавать аналитические отчеты, на основе собранных данных в глобальных компьютерных сетях	1.2. Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных	Практическая работа	
			Разноуровневые задачи и задания	
			Собеседование	
РД9	Умение : работать с большими объемами информации	1.2. Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД10	Навык : 1) владения основными аналитическими приемами многомерного и статистического анализа; 2) владения методиками проведения вероятностных расчетов, навыками расчета основных характеристик, возникающих при проведении вероятностного анализа в практических задачах;	1.4. Методы проверки статистических гипотез	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД11	Навык : владения технологией работы с соответствующими модулями в ППП STATISTICA	1.5. Кластерный анализ непрерывных признаков	Практическая работа	Курсовая работа
			Собеседование	Курсовая работа
		1.6. Кластерный анализ бинарных признаков	Практическая работа	Курсовая работа
			Собеседование	Курсовая работа
РД12	Навык : организовывать опросы в сети, с использованием коммуникаций в социальных сетях	1.2. Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа
РД13	Навык : работать с большими объемами реальных данных	1.2. Преобразование данных, представленных в различных шкалах измерения. Предварительный анализ многомерных данных	Практическая работа	Контрольная работа
			Разноуровневые задачи и задания	Контрольная работа
			Собеседование	Контрольная работа

#### 4 Описание процедуры оценивания

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

	Оценочное средство



Вид учебной деятельности	посещени е зан ятий	теоре тичес кий о прос	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 1	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 2	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 3	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 4	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 5	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 6	отче т по пра кти ческ ой р абот е № 7	инди виду альное дом ашнее задан ие	итогова я контр ольная работа	Итого
Практические занятия	18	10	1	1	1	1	1	1	1			35
Самостоятельная работа		12	1	1	1	1	1	1	1	20		39
Промежуточная аттестация (итоговая контрольная)											26	26
Итого	18	22	2	2	2	2	2	2	2	20	26	100

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

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

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Примерный перечень вопросов по темам

#### Тема 1.

1. В чем состоят цели многомерного анализа данных?
2. Дайте формальное описание данных, используемое в многомерном статистическом анализе и опишите представление данных в электронном виде.
3. Определите основные шкалы измерений в многомерных выборках.
4. Как произвести преобразование данных из одной шкалы в другую?
5. Определите понятие диапазон значений признака и способы определения диапазона значений.
6. Какие и как рассчитываются основные характеристики многомерной выборки в предварительном анализе данных?

7. Определите средства визуализации данных в предварительном анализе даны?
8. Для чего используются модельные данные при решении задач многомерного анализа?
9. В чем состоит идея метода неравномерной рулетки?
10. В чем состоит идея метода отбраковки?
11. Определите способы моделирования случайных чисел выборок в Excel.
12. Определите принципы моделирования многомерного нормального распределения?

#### **Тема 2.**

1. Определите проблему робастности в многомерном анализе данных.
2. Что понимается под грубыми ошибками и каковы последствия их проявлений в статистической совокупности?
3. Назовите известные вам критерии робастности.
4. Дайте характеристику алгоритмов определения “подозрительных” объектов выборки.
5. Каковы последствия отсутствия значений в многомерной выборке и как с ними бороться.
6. Какие существуют способы обработки грубых ошибок?

#### **Тема 3.**

1. Что понимается под статистической гипотезой и какие характерные признаки для нее существуют?
2. Что означает: простая и сложная, одномерная и многомерная статистическая гипотезы?
3. Какого рода ошибки могут допускаться и чем определяется достоверность выводов при проверке статистических гипотез?
4. Определите предпосылки применения критерия .
5. Определите предпосылки применения критерия Фишера.
6. Определите предпосылки применения критерия Стьюдента.
7. Приведите примеры ситуаций, в которых целесообразно применении критерия Стьюдента.
8. Приведите примеры ситуаций, в которых целесообразно применении критерия .
9. Приведите примеры ситуаций, в которых целесообразно применении критерия Фишера.

#### **Тема 4.**

1. Приведите примеры одномерного и многомерного шкалирования.
2. Перечислите основные виды многомерного шкалирования.
3. Назовите основные предположения, лежащие в основе метода Торнгенсона.
4. В каких условиях целесообразно применение непараметрических методов шкалирования?
5. Что такое матрица различий профиля?

#### **Тема 5.**

1. Определите общую модель факторного анализа.
2. Какие компоненты дисперсии рассматриваются в факторном анализе?
3. Сформулируйте фундаментальную теорему факторного анализа.
4. Что такое факторная структура и факторное отображение?
5. Какие преимущества получает исследователь с переходом к анализу общих факторов?

#### **Тема 6.**

1. Назовите метрики расстояния между объектами, описываемыми непрерывными признаками.
2. Назовите метрики расстояния между объектами, описываемыми бинарными признаками.
3. Назовите метрики расстояния между классами.
4. Что такое функционал качества разбиения?

5. Что такое и как строится дендрограмма?

### Тема 7.

1. Приведите формальную постановку задачи дискриминантного анализа.
2. Определите понятие дискриминантной функции.
3. Определите понятия обучающей и контрольной выборки.
4. Как оценить точность классификации методом скользящего экзамена?
5. Определите линейную дискриминантную функцию.

### Краткие методические указания

При подготовке к теоретическому опросу по теме практического занятия необходимо изучить теорию по предложенным источникам литературы, ознакомиться с заданием, которое предстоит выполнить на практическом занятии.

### Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	17–22	баллов выставляется студенту, если он ответил на большинство вопросов по теме, четко представлял свою позицию, аргументировал точку зрения, оценивал аргументы других бакалавров, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции;
4	13–16	баллов, если студент ответил на большую половину вопросов по теме, представлял свою позицию, аргументировал точку зрения, подтверждая знание материала, умение использовать нормативные документы для подтверждения правильности собственной позиции
3	9–13	балла, если студент ответил на меньшую часть вопросов по теме, недостаточно четко и аргументировано представлял свою позицию, подтверждая знание материала.
2	0–8	балла, если студент полно не ответил ни на один вопрос по теме, недостаточно четко и аргументировано представлял свою позицию, подтверждая знание материала.

## 5.2 Варианты индивидуальных домашних заданий

Для оценки удовлетворенности населения жизнью проведен социологический опрос в 80 странах мира. В таблице представлены агрегированные результаты проведенного опроса в разрезе стран, единицей измерения показателей является удельный вес респондентов, положительно оценивающих параметр. В качестве основных параметров удовлетворенности жизнью выбраны следующие:  $x_1$  – работа, %;  $x_2$  – здоровье, %;  $x_3$  – материальное благополучие, %;  $x_4$  – достижение поставленных целей, %;  $x_5$  – социальный статус, %;  $x_6$  – социальные контакты, %.

Задание:

- 1) С помощью метода главных компонент с помощью ППП STATISTICA выявить факторы удовлетворенности населения жизнью и ранжировать страны по уровню удовлетворенности населения жизнью;
- 2) Классифицировать страны по методу  $k$ -средних на 5-ть классов;
- 3) Рассчитать критерий качества классификации;
- 4) Рассчитать матрицу сходства классов;
- 5) По матрице сходства построить граф сходства при трех на уровнях сходства 0,8; 0,5 и 0,2;
- 6) Сформулировать содержательные выводы по всем пунктам задания.

Результаты опроса населения стран об удовлетворенности жизнью

№	Страна	Показатели					
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
1	Израиль	80	80	71	88	81	85
2	Греция	80	82	57	90	92	79
3	Словакия	76	72	47	85	78	93
4	Эстония	79	64	46	72	79	85
5	Венгрия	83	69	43	88	88	90
6	Португалия	90	80	47	92	93	87
7	Польша	82	72	67	87	91	89

8	Чили	81	73	68	90	93	83
9	Латвия	79	63	33	79	80	78
10	Хорватия	78	77	48	83	74	90
11	Болгария	73	67	29	77	77	81
12	Тринидад и Тобаго	76	82	40	97	93	85
13	Сербия	73	73	35	84	77	82
14	Белоруссия	66	55	34	70	71	88
15	Перу	74	72	54	96	89	79
16	Албания	72	75	43	78	68	79
17	Россия	74	56	36	79	83	88
18	Казахстан	82	68	51	88	81	88
19	Азербайджан	73	68	42	87	79	72
....	....	....	....	....	....	....	....
80	Зимбабве	49	72	27	91	81	81

#### *Краткие методические указания*

При выполнении индивидуального домашнего задания необходимо использовать теоретический материал, использовать образцы оформления результатов, используемые при выполнении практических заданий. Решение ИДЗ выполняется подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки.

#### *Шкала оценки*

Оценка	Баллы	Описание
5	18-20	Задания выполнены полностью и правильно, работа оформлена согласно требованиям, решение содержит некоторые неточности;
4	15-17	Задания выполнены полностью, с несущественными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны, работа оформлена согласно требованиям;
3	12-14	Задания выполнены полностью, с существенными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны, работа оформлена не по требованиям
2	0-11	Задания не выполнены или выполнены неправильно

### **5.3 Примеры заданий для выполнения контрольных работ**

Дана многомерная выборка измерения 5-ти признаков. Выборка содержит пропуски по одному признаку.

Задание:

- 1) Произвести восстановление данных на основе обучающей выборки;
- 2) Оценить точность восстановления данных с помощью процедуры скользящего экзамена;
- 3) Сформулировать содержательные выводы.

#### *Краткие методические указания*

Контрольная работа позволяет определить уровень усвоения материала. Перед выполнением контрольной работы необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в учебной литературе, проработать методы решения задач, рассмотренных в типовых примерах на практических занятиях.

#### *Шкала оценки*

Оценка	Баллы	Описание
5	20-26	Задания выполнены полностью и правильно
4	15-19	Задания выполнены полностью, с несущественными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны
3	9-14	Задания выполнены полностью, с существенными ошибками, но подход к решению, идея решения, метод правильны
2	0-8	Задания не выполнены или выполнены неправильно