

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
СТАТИСТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

«21» апреля 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРИКЛАДНОЙ МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»**  
практико-ориентированная дисциплина

Направление подготовки:	<u>01.03.02 Прикладная математика и информатика</u>
Профиль подготовки:	<u>Статистика</u>
Образовательная программа:	<u>Бакалавриат</u>
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	<u>Очная</u>

Донецк 2021

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан факультета математики и  
информационных технологий

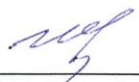
И.А. Моисеенко



Рабочая программа учебной дисциплины **«Прикладной многомерный статистический анализ»** составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. № 9; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиля: «Статистика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

*доцент кафедры теории вероятностей  
и математической статистики,  
кандидат физико-математических наук*

 И.Л. Шурко

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики

Протокол №13 от «07» апреля 2021 г.

И. о. заведующего кафедрой

 Е.С. Глушанков

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией ФМиИТ

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
факультета математики и информационных технологий

 Л.И. Селякова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Прикладной многомерный статистический анализ» относится к вариативной части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые дисциплиной «Теория вероятностей и математическая статистика» бакалаврского цикла по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Непараметрическая статистика» являются основой для изучения *последующих* дисциплин: «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика (обязательная)», «Производственная практика: преддипломная практика (обязательная)»; используются при написании выпускной квалификационной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика	
Профиль	Статистика	
Образовательная программа	Бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей и тем	1 (4)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, экзамен в 7-м семестре	
Год подготовки	4	
Семестр	7	
Количество зачетных единиц	3,5	
Количество часов всего	126	
в т.ч.:		
- лекционных	36	
- практических или семинарских	36	
- лабораторных	-	
- самостоятельной работы	54	
в т.ч. индивидуальное задание	-	
Недельное количество часов	7	
в т. ч.: - аудиторных	4	
- самостоятельной работы студента	3	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** - формирование у студентов базовых компетенций, позволяющих выработать обоснованные стратегические решения, сочетающие интуицию специалиста с тщательным анализом имеющейся информации. Дисциплина «Прикладной многомерный статистический анализ» является важным инструментом, обеспечивающим теоретическую и

методологическую подготовку бакалавров данного направления, служит основой для разработки и совершенствования методов многомерного анализа, помогает определить взаимосвязь многомерных явлений и процессов и их закономерности.

**Задачи** - поиск, сбор, анализ и систематизация многомерных данных в экономике и управлении; применение статистического инструментария в исследовании многомерных совокупностей социально-экономических явлений и процессов; умение использовать в профессиональной деятельности основные многомерные статистические методы обработки и анализа данных наблюдений.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Прикладной многомерный статистический анализ» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиля: «Статистика»:

<b>Общепрофессиональные компетенции (УК):</b>	
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК):</b>	
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции (ПК):</b>	
ПК-4	Способен работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности
ПК-6	Способен формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций

**Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения.** Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

<b>Категории универсальных компетенций</b>	<b>Универсальные компетенции</b>	<b>Индикаторы</b>	<b>Результаты обучения</b>
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять	УК-1.1. Осуществляет поиск, выбор, систематизацию, обобщение и критический анализ информации	Умеет проводить оптимальный поиск литературы по теме исследования
			Знает основные понятия, определения, формулировки теорем и другие фундаментальные результаты многомерного статистического анализа

	системный подход для решения поставленных задач		Умение проводить логические рассуждения и аналитические выводы, аналогичные тем, которые используются при изучении дисциплины «Прикладной многомерный статистический анализ»
--	---	--	--

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Осуществляет анализ научной литературы для выявления актуальных задач фундаментальной и прикладной математики	Умеет использовать учебную и научно-учебную литературу для уточнения и осмысления результатов, приведенных в ходе изучения дисциплины «Прикладной многомерный статистический анализ»
		Имеет навыки самостоятельного изучения материалов лекций
		Имеет навыки самостоятельного анализа и решения задач, предлагаемых на практических занятиях и контрольных работах

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Способен работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности	ПК-4.1. Осуществляет сбор, обработку, систематизацию и оценку информации о состоянии области прикладной математики и информационных технологий	Знает методы анализа и выявления взаимосвязей между различными явлениями, методы ранжирования количественных характеристик, виды и структуры качественных данных
		Уметь рассчитывать средние показатели и показатели вариации, выявлять взаимосвязи и строить гипотезы о наличии взаимосвязей на теоретическом уровне
		Умеет комбинировать различные методы параметрической и непараметрической статистики для анализа существующих взаимосвязей явлений и процессов в социально-экономической сфере
ПК-6. Способен формировать суждения о	ПК-6.1. Осуществляет сбор, обработку и обобщение	Знает терминологию научного стиля изложения результатов исследования
		Умеет собирать и обрабатывать данные с помощью многомерных статистических

значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций	результатов научных исследований в области статистического анализа и компьютерно-математического моделирования	методов
		Умеет оценивать эффективность и важность полученных результатов исследования

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Дисциплина «Прикладной многомерный статистический анализ» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются раздаточные материалы.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение.

Использование в учебном процессе интернет-ресурсов по данному курсу; рассмотрение задач, максимально приближенных к конкретным научно-исследовательским ситуациям, с элементами дискуссии и полемикой в процессе поиска путей решения сформулированных проблем; тесты и контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к практическим занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов, аннотации статей, защита презентаций и докладов, анализ полученных результатов.

#### Тематический план «Многомерный статистический анализ»

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1</i>
<b>Тема 1.</b> Предмет, цель, задачи и основные проблемы многомерного статистического анализа. Основы компонентного анализа.*	Цель, задачи и основные проблемы многомерного статистического анализа. Предмет, метод и задачи дисциплины. Общая теория многомерных распределений. Понятие о множестве. Основные условия применения многомерного статистического анализа в социально-экономических исследованиях. Основные этапы многомерного статистического моделирования. Виды данных. Шкалы данных. Виды шкал. Количественные и качественные данные. Особенности анализа количественных и качественных показателей. Методы шкалирования при обработке качественных признаков. Экспертные оценки.
<b>Тема 2.</b> Методы снижения	Линейная модель факторного анализа. Различие предпосылок компонентного и факторного анализа. Основные проблемы

размерности. Основы факторного анализа*	факторного анализа. Факторное отображение и факторная структура. Компоненты дисперсии в факторном анализе. Преобразование корреляционной матрицы в факторном анализе. Получение и использование матрицы нагрузок и матрицы индивидуальных значений. Метод главных факторов. Получение первого главного фактора. Использование методов вращения. Формирование названия общего фактора. Экономическая интерпретация результатов.
<b>Тема 3.</b> Классификация многомерных наблюдений. Кластерный анализ	Задача многомерной классификации объектов исследования. Классификация без обучения. Кластерный анализ. Методы кластерного анализа. Расстояние между объектами. Меры близости между объектами. Меры близости между кластерами. Классификация признаков на основе матриц коэффициентов статистической связи между ними. Иерархические кластер-процедуры.
<b>Тема 4.</b> Основные методы кластерного анализа*	Метод К-средних. Классификация больших совокупностей объектов методами параллельных процедур. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов. Функционалы качества разбиения на классы. Зависимость выбора метода классификации от цели исследования. Классификация объектов (наблюдений) в социальных и экономических исследованиях.

\* – практико-ориентированные темы

**Структура дисциплины «Прикладной многомерный статистический анализ» по видам учебной деятельности**

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Предмет, цель, задачи и основные проблемы многомерного статистического анализа. Основы компонентного анализа.	24	6	6		12							
Тема 2. Методы снижения размерности. Основы факторного анализа	24	6	6		12							
Тема 3. Классификация многомерных наблюдений. Кластерный анализ	26	6	6		14							
Тема 4. Основные метода кластерного анализа	28	6	6		16							
Итого по содержательному модулю 1	126	36	36		54							
Всего по дисциплине	126	36	36		54							

**5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Темы лекционных занятий**

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Введение в многомерный статистический анализ	2
2	Основы компонентного анализа. Нахождение главных компонент	2
3	Свойства главных компонент. Проблема количества главных компонент	2
4	Геометрическая интерпретация метода главных компонент. Выборочные главные компоненты	2
5	Проверка статистических гипотез в компонентном анализе	2
6	Введение в факторный анализ. Каноническая модель факторного	2



	анализа.	
7	Сравнение компонентного и факторного анализа. Свойства факторного анализа. Решение факторной модели	4
8	Проблема общности в факторном анализе	2
9	Общая постановка задачи кластерного анализа	2
10	Расстояния между отдельными объектами. Меры близости объектов	2
11	Общая характеристика методов кластерного анализа. Иерархический кластерный анализ	2
12	Параллельные и последовательные кластерные процедуры. Функционалы разбиения на кластеры	2
13	Оптимизационные процедуры.	2
14	Метод k-средних	2
15	Алгоритмы разрезания графа в кластерном анализе	2
16	Этапы проведения кластерного анализа	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

Тексты лекций приведены в дистанционном курсе на платформе Moodle университета <http://dl-test.donnu-support.ru/course/view.php?id=557>.

#### Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение в многомерный статистический анализ	2
2	Основы компонентного анализа. Нахождение главных компонент	2
3	Свойства главных компонент. Проблема количества главных компонент	2
4	Геометрическая интерпретация метода главных компонент. Выборочные главные компоненты	2
5	Проверка статистических компонентном анализе	2
6	Введение в факторный анализ. Каноническая модель факторного анализа.	2
7	Сравнение компонентного и факторного анализа. Свойства факторного анализа. Решение факторной модели	4
8	Проблема общности в факторном анализе	2
9	Общая постановка задачи кластерного анализа	2
10	Расстояния между отдельными объектами. Меры близости объектов	2
11	Общая характеристика методов кластерного анализа. Иерархический кластерный анализ	2
12	Параллельные и последовательные кластерные процедуры. Функционалы разбиения на кластеры	2
13	Оптимизационные процедуры.	2
14	Метод k-средних	2
15	Алгоритмы разрезания графа в кластерном анализе	2
16	Этапы проведения кластерного анализа	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>

Планы практических занятий с указанием рассматриваемых вопросов и выполняемых заданий приведены в дистанционном курсе на платформе Moodle университета <http://dl-test.donnu-support.ru/course/view.php?id=557>.

## 6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение в многомерный статистический анализ	2
2	Основы компонентного анализа. Нахождение главных компонент	4
3	Свойства главных компонент. Проблема количества главных компонент	2
4	Геометрическая интерпретация метода главных компонент. Выборочные главные компоненты	4
5	Проверка статистических гипотез в компонентном анализе	2
6	Введение в факторный анализ. Каноническая модель факторного анализа.	2
7	Сравнение компонентного и факторного анализа. Свойства факторного анализа. Решение факторной модели	4
8	Проблема общности в факторном анализе	4
9	Общая постановка задачи кластерного анализа	4
10	Расстояния между отдельными объектами. Меры близости объектов	4
11	Общая характеристика методов кластерного анализа. Иерархический кластерный анализ	4
12	Параллельные и последовательные кластерные процедуры. Функционалы разбиения на кластеры	4
13	Оптимизационные процедуры.	4
14	Метод k-средних	4
15	Алгоритмы разрезания графа в кластерном анализе	4
16	Этапы проведения кластерного анализа	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>54</b>

Содержание самостоятельной работы по темам и методические рекомендации по ее выполнению приведены в дистанционном курсе на платформе Moodle университета <http://dl-test.donnu-support.ru/course/view.php?id=557>.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. В чем заключается необходимость снижения размерности признакового пространства?
2. Каковы предпосылки, обуславливающие возможность снижения размерности признакового пространства?
3. Что понимается под «мерой информативности» в методе главных компонент?
4. Сформулировать определение  $k$ -й главной компоненты.

5. Сформулировать оптимизационную задачу для построения первой главной компоненты.
6. В чем заключается алгоритм нахождения коэффициентов линейного преобразования исходных признаков?
7. Каковы основные числовые характеристики главных компонент?
8. Линейная модель факторного анализа.
9. В чем состоят различия компонентного и факторного анализа?
10. Чем отличаются исходные признаки от общих факторов?
11. Единственно ли решение задачи факторного анализа? Ответ поясните.
12. Что такое редуцированная корреляционная матрица?
13. В каких пределах лежат диагональные элементы редуцированной корреляционной матрицы?
14. Какой вид имеет ковариационная матрица специфических факторов?
15. Методы расчета общностей.
16. Метод максимального правдоподобия решения задачи факторного анализа.
17. В чем состоит статистический смысл факторных нагрузок?
18. Центроидный метод решения задачи факторного анализа.
19. Метод главных осей решения задачи факторного анализа.
20. Метод минимальных остатков решения задачи факторного анализа.
21. Зачем проводить вращения факторного пространства?
22. В чем суть ортогонального вращения?
23. Методы ортогонального вращения факторного пространства.
24. Назовите этапы проведения факторного анализа.
25. Модель, математическое обоснование и алгоритм метода главных компонент.
26. Получение и использование матриц факторов, индивидуальных значений главных компонент.
27. Экономическая интерпретация главных компонент.
28. Метод главных факторов.
29. Регрессия на главные компоненты.
30. Линейная модель факторного анализа.
31. Экономическая интерпретация общих факторов.
32. Методы классификации без обучения.
33. Иерархические кластер-продукты.
34. Функционалы качества разбиения на классы.
35. Метод К-средних.
36. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов.
37. Применение многомерного статистического анализа в экономических исследованиях.
38. Интерпретация канонического коэффициента корреляции и соответствующих канонических величин.
39. Какие задачи решает кластерный анализ?
40. В чем состоит общая постановка задачи кластерного анализа?
41. Что является решением задачи кластерного анализа?
42. Какие подходы к кластерному анализу существуют?
43. Какие используют шкалы измерения показателей?
44. Зачем проводят нормирование признаков, какие есть способы его проведения?
45. Что такое меры сходства и расстояния между объектами?
46. Какие имеются меры сравнения объектов между собой?
47. Какие существуют основные методы близости кластеров?
48. Для каких задач обработки экспериментальных данных используются методы иерархического кластерного анализа?

49. В чем состоит принципиальное отличие между иерархическими и неиерархическими алгоритмами классификации?
50. Что такое дендрограмма?
51. Что представляют собой иерархические агломеративные методы кластерного анализа?
52. Что представляют собой иерархические дивизимные методы кластерного анализа?
53. Что такое функционал качества разбиении?
54. В чем состоит суть оптимизационных кластер-процедур?
55. Какие можно выделить отличия параллельных и последовательных кластер-процедур?
56. В чем заключается принцип действия алгоритма метода  $k$ -средних?
57. В чем состоит принцип действия алгоритма Форель?
58. В чем суть алгоритмов типа разрезания графа?
59. Какие этапы включает в себя кластерный анализ?

## 8. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Факультет математики и информационных технологий**

Направление подготовки:	<b>01.03.02 Прикладная математика и информатика</b>
Профиль:	<b>Статистика</b>
Программа подготовки:	<b>бакалавриат</b>
Семестр	<b>7</b>
Учебная дисциплина	<b>Прикладной многомерный статистический анализ</b>

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Центроидный метод решения задачи факторного анализа.
2. Модель, математическое обоснование и алгоритм метода главных компонент.
3. Метод  $k$ -средних.

Утверждено на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
 Преподаватель \_\_\_\_\_

## 9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	20
2	15
3	15
<b>Всего</b>	<b>50</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. В чем заключается необходимость снижения размерности признакового пространства?
2. Каковы предпосылки, обуславливающие возможность снижения размерности признакового пространства?
3. Что понимается под «мерой информативности» в методе главных компонент?
4. Сформулировать определение  $k$ -й главной компоненты.
5. Сформулировать оптимизационную задачу для построения первой главной компоненты.
6. В чем заключается алгоритм нахождения коэффициентов линейного преобразования исходных признаков?
7. Каковы основные числовые характеристики главных компонент?
8. Линейная модель факторного анализа.
9. В чем состоят различия компонентного и факторного анализа?
10. Чем отличаются исходные признаки от общих факторов?
11. В чем различие общих и специфических факторов?
12. Единственно ли решение задачи факторного анализа? Ответ поясните.
13. Что такое редуцированная корреляционная матрица?
14. В каких пределах лежат диагональные элементы редуцированной корреляционной матрицы?
15. Какой вид имеет ковариационная матрица специфических факторов?
16. Методы расчета общностей.
17. Метод максимального правдоподобия решения задачи факторного анализа.
18. В чем состоит статистический смысл факторных нагрузок?
19. Центроидный метод решения задачи факторного анализа.
20. Метод главных осей решения задачи факторного анализа.
21. Метод минимальных остатков решения задачи факторного анализа.
22. Зачем проводить вращения факторного пространства?
23. В чем суть ортогонального вращения?
24. Методы ортогонального вращения факторного пространства.
25. Назовите этапы проведения факторного анализа.
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-продукты.
35. Функционалы качества разбиения на классы.
36. Метод К-средних.
37. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов.
38. Применение многомерного статистического анализа в экономических исследованиях.

39. Интерпретация канонического коэффициента корреляции и соответствующих канонических величин.
40. Какие задачи решает кластерный анализ?
41. В чем состоит общая постановка задачи кластерного анализа?
42. Что является решением задачи кластерного анализа?
43. Какие подходы к кластерному анализу существуют?
44. Какие используют шкалы измерения показателей?
45. Зачем проводят нормирование признаков, какие есть способы его проведения?
46. Что такое меры сходства и расстояния между объектами?
47. Какие имеются меры сравнения объектов между собой?
48. Какие существуют основные методы близости кластеров?
49. Для каких задач обработки экспериментальных данных используются методы иерархического кластерного анализа?
50. В чем состоит принципиальное отличие между иерархическими и неиерархическими алгоритмами классификации?
51. Что такое дендрограмма?
52. Что представляют собой иерархические агломеративные методы кластерного анализа?
53. Что представляют собой иерархические дивизимные методы кластерного анализа?
54. Что такое функционал качества разбиения?
55. В чем состоит суть оптимизационных кластер-процедур?
56. Какие можно выделить отличия параллельных и последовательных кластер-процедур?
57. В чем заключается принцип действия алгоритма метода  $k$ -средних?
58. В чем состоит принцип действия алгоритма Форель?
59. В чем суть алгоритмов типа разрезания графа?
60. Какие этапы включает в себя кластерный анализ?

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Факультет математики и информационных технологий**

<i>Направление подготовки:</i>	<b>01.03.02 Прикладная математика и информатика</b>
<i>Профиль:</i>	<b>Статистика</b>
<i>Программа подготовки:</i>	<b>бакалавриат</b>
<i>Семестр</i>	<b>7</b>
<i>Учебная дисциплина</i>	<b>Прикладной многомерный статистический анализ</b>

**БИЛЕТ №1**

1. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов.
2. Линейная модель факторного анализа.
3. Какие этапы включает в себя кластерный анализ?
4. Применение многомерного статистического анализа в экономических исследованиях.

Утверждено на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
 Экзаменатор \_\_\_\_\_

## 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	25
2	25
3	25
4	25
<b>Всего</b>	<b>100 баллов</b>

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа включая выполнение СРС оценивается в 40 баллов. В разрезе отдельных тем оценивание осуществляется следующим образом.

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество баллов</i>
1	Введение в многомерный статистический анализ	2
2	Основы компонентного анализа. Нахождение главных компонент	2
3	Свойства главных компонент. Проблема количества главных компонент	2
4	Геометрическая интерпретация метода главных компонент. Выборочные главные компоненты	2
5	Проверка статистических гипотез в компонентном анализе	2
6	Введение в факторный анализ. Каноническая модель факторного анализа.	2
7	Сравнение компонентного и факторного анализа. Свойства факторного анализа. Решение факторной модели	4
8	Проблема общности в факторном анализе	4
9	Общая постановка задачи кластерного анализа	2
10	Расстояния между отдельными объектами. Меры близости объектов	2
11	Общая характеристика методов кластерного анализа. Иерархический кластерный анализ	2
12	Параллельные и последовательные кластерные процедуры. Функционалы разбиения на кластеры	2
13	Оптимизационные процедуры.	2
14	Метод k-средних	4
15	Алгоритмы разрезания графа в кластерном анализе	4
16	Этапы проведения кластерного анализа	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>40</b>

### 13. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

Общая оценка знаний студентов по дисциплине проводится по 100-балльной шкале согласно таким критериям, приведенным в таблице ниже. *Организационно-учебная работа студента* в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, активность во время проведения лекционных и лабораторных занятий (вопросы лектору по теме лекционного материала, участие в обсуждении пройденного материала, решение задач и ситуаций у доски и т.п.).

Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа студента в аудитории	10
	Самостоятельная работа и практические занятия	40
	Модульная контрольная работа	50
	<b>Итого</b>	<b>100</b>
<b>Экзамен</b>		<b>100</b>
<b>Общий итог</b>		<b>100</b>

#### Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	зачет
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

### 14. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в главном (83001, г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, достаточное количество компьютеров индивидуально для каждого студента, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методических кабинетах главного корпуса (ауд. 501, 505), материально-техническую базу учебной лаборатории кафедры теории вероятностей и математической статистики (ауд. 511).



В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Практикум по статистике», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ».

### 15. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. Пособие для студентов вузов / Л.А.Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер; Под ред. В.Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 598 с.	6	-
<i>Дополнительная литература</i>			
2.	Гирко, В.Л. Многомерный статистический анализ:[Учеб. Пособие для вузов по специальностям «Математика» и «Прикл. математика»] / В.Л.Гирко, - К.: Выща шк., 1988.- 318 с.	6	-
3.	Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс / С. М. Ермаков. – СПб.: Невский Диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 192 с.	4	-
4.	Ермаков С. М. Статистическое моделирование / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1982. – 296 с.	3	-
5.	Соболь И. М. Численные методы Монте-Карло / И. М. Соболь. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1973. – 312 с.	3	-

Допускается использование ЭБС, с которыми у Университета заключен договор и к которым есть доступ через сайт научной библиотеки ДонНУ со страницы <http://library.donnu.ru/russ/infpro.html>

## 16. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - сайт РИНЦ  
<http://donnu.ru/vestnikA/archive> – Вестник Донецкого национального университета [Электронный ресурс] : научный журнал / Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 1997-2017  
<http://vestnik.math.msu.su/start-so-fr.html> – Вестник Московского университета. Серия 1. Математика. Механика. - Москва : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1999-2010 гг.  
<http://vak.mondnr.ru/> – Высшая аттестационная комиссия при Министерстве образования и науки Донецкой Народной Республики  
<http://vak.ed.gov.ru/> Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации  
<http://vak.ed.gov.ru/87> – Перечень рецензируемых научных изданий  
<http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной республики  
<https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»  
<http://ippo-vm.at.ua/> – Отдел математики Донецкого РИДПО  
<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

## 17. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, R Studio, Python, Eclipse, Free Pascal, Tries Mode, Prolog, Антивирус Касперского, Linux Fedora, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Blender, КОМПАС-3D LT, Paint.NET, Gimp.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории вероятностей математической статистики с изменениями (без изменений) на 20 \_\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_