

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт экономики и предпринимательства**

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

---

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

---

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**38.03.05 Бизнес-информатика**

---

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия решений в экономике и бизнесе**

---

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная**

---

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

*Дисциплина Б1.В.05 «Многомерные статистические методы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана по программе бакалавриата.*

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений.	Дисциплина Б1.В.05 «Многомерные статистические методы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ООП, направления подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика».

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<b>ПК-3</b>  Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.	<b>ПК-3.2</b>  Разрабатывает и применяет компьютерные модели в экономических исследованиях.	<i>Знать</i> многомерные статистические методы для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.  <i>Уметь</i> использовать многомерные статистические методы для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.  <i>Владеть</i> многомерными статистическими методами для разработки и исследования математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.	Решение практических задач с использованием статистических данных и информационных технологий.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма	заочная форма

		<b>обучения</b>	<b>обучения</b>
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	144		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):			
- занятия лекционного типа	32		
- занятия семинарского типа (практические занятия)	32		
самостоятельная работа	42		
КСР	2		
Промежуточная аттестация – Экзамен (семестр 4)	36		

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе												Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), из них часы														
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная			
Тема 1. Корреляционный анализ данных. Основная задача корреляционного анализа. Меры корреляционной связи между двумя переменными. Коэффициент корреляции. Ложная корреляция. Коэффициенты для измерения взаимозависимости качественных	13			4			4					8			5			

признаков. Ранговая корреляция. Каноническая корреляция, ее предназначение.																	
<b>Тема 2. Регрессионный анализ данных.</b> Основная задача регрессионного анализа. Коэффициент регрессии и его свойства. Коэффициент детерминации $R^2$ . Доверительный интервал. Критерии проверки статистической значимости параметров регрессионной модели и уравнения регрессии в целом. Мультиколлинеарность. Гетероскедастичность.	13			4		4					8			5			
<b>Тема 3. Кластерный анализ данных.</b> Назначение кластерного анализа. Математические характеристики кластеров. Меры расстояний между объектами в кластерах. Правила связи между кластерами. Процедуры кластеризации данных.	13			4		4					8			5			
<b>Тема 4. Дискриминантный анализ данных.</b> Дискриминантный анализ и его отличительное свойство. Расстояние между объектами в дискриминантном анализе. Каноническая дискриминантная функция и ее предназначение. Число дискриминантных функций и их разделительная способность. Критерий для проверки значимости дискриминантных функций.	13			4		4					8			5			
<b>Тема 5. Компонентный анализ данных.</b> Снижении размерности $p$ -мерного исходного пространства данных.	13			4		4					8			5			

Ортогональные преобразования пространств. Метод главных компонент и его свойства. Дисперсионный критерий сжатия пространства. Критерии Кайзера и Кэттелла.																	
<b>Тема 6. Факторный анализ данных.</b> Факторный анализ и его виды. Модели факторного анализа. Цель и методы эксплораторного факторного анализа. Методы вращения факторов. Этапы процедуры факторного анализа.	13			4		4					8			5			
<b>Тема 7. Анализ многомерных статистических данных на базе нейросетевого моделирования: многослойный персептрон.</b> Прикладные возможности нейронных сетей. Основные элементы модели искусственного нейрона. Детерминированная и стохастическая модели нейрона. Фазы жизненного цикла нейронной сети. Парадигмы обучения нейронных сетей. Архитектура многослойного персептрона и алгоритм его обучения.	14			4		4					8			6			
<b>Тема 8. Анализ многомерных статистических данных на базе нейросетевого моделирования: самоорганизующиеся карты Кохонена.</b> Отличительные особенности самоорганизующихся нейронных сетей на основе конкуренции. Алгоритмы обучения	14			4		4					8			6			

самоорганизующихся нейронных сетей. Самоорганизующиеся карты (СОК) Кохонена. Программные средства для обработки СОК. Применение СОК в социально-экономических исследованиях.																	
КСР	2										2						
Промежуточная аттестация – экзамен (5-й семестр)	36																
Итого	14 4			32			32				66			42			

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает решение прикладной задачи кейса.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 4 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

**аналитическая деятельность:**

- поиск информации по полученному заданию, сбор и анализ данных, необходимых для проведения конкретных экономических расчетов;
- обработка массивов экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализ, оценка, интерпретация полученных результатов и обоснование выводов;
- анализ и интерпретация показателей, характеризующих социально-экономические процессы и явления на микро- и макроуровне как в России, так и за рубежом;

- компетенции: ПК-3 - Способен осуществлять разработку и исследование математических и компьютерных моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

**Виды самостоятельной работы по дисциплине:**

1. Подготовка к практическим занятиям, в частности выполнение заданий и решение задач, выдаваемых на самостоятельную подготовку, наполнение портфолио.
2. Выполнение аудиторных и домашних самостоятельных работ.

3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов теории по учебникам и методическим пособиям.

4. Самостоятельная работа в творческих группах: выполнение обучающимися в составе творческого коллектива проектов.

5. Самостоятельное решение задач с использованием математических методов и информационных технологий.

6. Подготовка к практическим занятиям и активное участие в них.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются учебники и учебные пособия, адаптированные к учебному процессу по дисциплине «Многомерные статистические методы»:

1. **Ниворожкина Л.И., Арженовский С.В.** Многомерные статистические методы в экономике. Учебник. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. – 203 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=615064>
2. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 1. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 155 с. (в ФБ ННГУ имеется 72 экз.).
3. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 2. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 111 с. (в ФБ ННГУ имеется 71 экз.).
4. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 1. Нейронные сети, обучаемые с учителем: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 130 с. (в ФБ ННГУ имеется 72 экз.).
5. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 135 с. (в ФБ ННГУ имеется 73 экз.).
6. **Балабанов А.С., Стронгина Н.Р.** Анализ данных в экономических приложениях. Учебное пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. – 135 с.

**Контроль знаний обучающихся** включает в себя следующие составляющие:

- Текущий контроль по посещению лекционных, практических занятий и активности работы на них.
- Защита учебно-исследовательских проектов по темам исследования.
- В конце каждого практического занятия преподаватель контролирует выполнение задания каждым из обучающихся.
- Текущий контроль по успеваемости: выполнение самостоятельных работ на ЭВМ.
- Итоговый контроль по практическим занятиям на ЭВМ.
- Итоговая оценка: оценка на экзамене с учетом итогов контроля по лекционным и практическим занятиям.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

### **5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не существенных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными не существенными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.



### Шкала оценки при промежуточной аттестации

<b>Оценка</b>	<b>Уровень подготовки</b>
<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой.
<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично».
<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо».
<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо».
<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно».
<b>не удовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо».
<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

### 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

#### 5.2.1. Контрольные вопросы

<b>Вопросы</b>	<b>Код формируемой компетенции</b>
<b>Тема 1. Корреляционный анализ данных.</b>	<b>ПК-3</b>
1. Что такое «Корреляционный анализ»? 2. Какова основная задача корреляционного анализа? 3. Назовите связи между переменными. 4. Какая связь между переменными называется корреляционной?	<b>ПК-3</b>

<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Назовите меры корреляционной связи между двумя переменными.</li> <li>6. Назовите варианты зависимостей, которые исследуются в корреляционном анализе.</li> <li>7. Какие значения принимает коэффициент корреляции?</li> <li>8. Если коэффициент корреляции <math>r = 0</math>, означает ли это отсутствие вообще корреляционной зависимости?</li> <li>9. Что такое ложная корреляция и с помощью чего она выявляется?</li> <li>10. Какую связь оценивает коэффициент корреляции Пирсона?</li> <li>11. Какие коэффициенты используют для измерения взаимозависимости качественных признаков?</li> <li>12. Опишите понятие канонической корреляции. Для чего она предназначена?</li> <li>13. С помощью какой статистики можно проверить статистическую зависимость коэффициентов корреляции?</li> </ol>	
<b>Тема 2. Регрессионный анализ данных.</b>	<i>ПК-3</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова основная задача регрессионного анализа?</li> <li>2. Что показывает коэффициент регрессии в уравнении регрессии, и каковы его свойства?</li> <li>3. Что отражает коэффициент детерминации <math>R^2</math>?</li> <li>4. Для чего используется метод наименьших квадратов (МНК)?</li> <li>5. Для каких моделей применим МНК?</li> <li>6. Что представляет собой система нормальных уравнений?</li> <li>7. На какие классы делятся нелинейные регрессионные модели?</li> <li>8. Что такое доверительный интервал?</li> <li>9. Для каких величин может быть построен доверительный интервал?</li> <li>10. По какой схеме осуществляется проверка параметров регрессионной модели на статистическую значимость?</li> <li>11. Какой критерий применяется для проверки значимости уравнения регрессии в целом?</li> <li>12. Что представляет собой мультиколлинеарность?</li> <li>13. Что представляет собой гетероскедастичность?</li> </ol>	<i>ПК-3</i>
<b>Тема 3. Кластерный анализ данных.</b>	<i>ПК-3</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите главное назначение кластерного анализа.</li> <li>2. Перечислите математические характеристики кластеров.</li> <li>3. В чем заключается задача кластерного анализа?</li> <li>4. Какие меры расстояний используются между объектами в кластерах?</li> <li>5. Какие меры расстояний (правила связи) используются между кластерами?</li> <li>6. Что представляет собой матрица расстояний?</li> <li>7. Перечислите виды стандартизации данных.</li> <li>8. Назовите основные процедуры кластеризации данных.</li> </ol>	<i>ПК-3</i>
<b>Тема 4. Дискриминантный анализ данных.</b>	<i>ПК-3</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем состоит цель дискриминантного анализа многомерных данных?</li> <li>2. Какое отличительное свойство имеет дискриминантный анализ?</li> <li>3. В каком случае применяется дискриминантный анализ?</li> <li>4. Какое расстояние в дискриминантном анализе может применяться между объектами?</li> <li>5. Какую информацию содержит классификационная матрица?</li> <li>6. Каково предназначение канонической дискриминантной функции?</li> <li>7. Что определяют дискриминантные функции с точки зрения геометрии?</li> <li>8. В чем заключается метод поиска наилучшей дискриминации данных?</li> <li>9. Какие условия должны соблюдаться в модели дискриминации?</li> </ol>	<i>ПК-3</i>

10. Каково количество дискриминантных функций? 11. Как определяется разделительная способность дискриминантных функций? 12. Какая дискриминантная функция обладает наибольшей разделительной способностью? 13. Чем является каноническая корреляция? 14. Напишите формулу коэффициента канонической корреляции для $i$ -ой дискриминантной функции. 15. Какой критерий применяется для проверки значимости дискриминантных функций и что он оценивает?	
<b>Тема 5. Компонентный анализ данных.</b>	<i>ПК-3</i>
1. Что важно при снижении размерности $p$ -мерного исходного пространства данных $X$ в другое пространство $Y$ ? 2. В каком случае используются ортогональные преобразования пространств? 3. Какие из ортогональных преобразований наиболее часто применяются при исследовании многомерных статистических данных? 4. В каких методах преобразования многомерных данных используется в качестве основы метод главных компонент (МГК)? 5. Что реализует МГК, и какими важными свойствами он обладает? 6. Что представляет собой обобщенная дисперсия матрицы данных $X$ ? 7. Изменяется ли обобщенная дисперсия при использовании метода главных компонент? 8. Какими значимыми свойствами обладают главные компоненты? 9. К решению какой задачи сводится задача нахождения оптимального ортогонального преобразования? 10. Сколько степеней свободы имеет ортогональное преобразование? 11. Что означает ортогональное преобразование с геометрической точки зрения? 12. В чем суть дисперсионного критерия сжатия пространства? 13. Какие действия необходимо выполнить при использовании дисперсионного критерия? 14. Каково предназначение критерия Кайзера и в чем заключается его суть? 15. Каково предназначение критерия каменистой осыпи Кэттелла и в чем заключается его суть? 16. Перечислите преимущества и недостатки критерия Кайзера и критерия каменистой осыпи Кэттелла.	<i>ПК-3</i>
<b>Тема 6. Факторный анализ данных.</b>	<i>ПК-3</i>
1. Что такое факторный анализ? 2. Назовите виды факторного анализа. 3. Что такое фактор? 4. Перечислите задачи факторного анализа. 5. Опишите модель факторного анализа. 6. Что представляют собой факторные нагрузки? 7. Как определяется общность и специфичность? 8. Какова цель эксплораторного факторного анализа? 9. Перечислите методы эксплораторного факторного анализа. 10. Для чего применяется вращение факторов? 11. Назовите ортогональные методы вращения факторов. 12. Назовите косоугольные методы вращения факторов. 13. Опишите этапы процедуры факторного анализа.	<i>ПК-3</i>
<b>Тема 7. Анализ многомерных статистических данных на базе нейросетевого</b>	<i>ПК-3</i>

<b>моделирования: многослойный персептрон.</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите прикладные возможности нейронных сетей.</li> <li>2. Каковы основные элементы модели искусственного нейрона?</li> <li>3. Охарактеризуйте детерминированные модели нейрона.</li> <li>4. Опишите стохастическую модель нейрона.</li> <li>5. Сколько фаз содержит жизненный цикл нейронной сети?</li> <li>6. Что понимается под обучением нейронной сети?</li> <li>7. Что такое алгоритм обучения?</li> <li>8. Существует ли универсальный алгоритм обучения для всех архитектур нейронных сетей?</li> <li>9. Какие существуют парадигмы обучения нейронных сетей?</li> <li>10. Назовите парадигмы обучения нейронных сетей и дайте им характеристику.</li> <li>11. К какому типу нейронных сетей относится персептрон?</li> <li>12. Какова архитектура многослойного персептрона?</li> </ol>	ПК-3
<b>Тема 8. Анализ многомерных статистических данных на базе нейросетевого моделирования: самоорганизующиеся карты Кохонена.</b>	ПК-3
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите отличительные особенности самоорганизующихся сетей на основе конкуренции.</li> <li>2. Что такое самоорганизующиеся карты (СОК)? Какие процессы лежат в основе их построения?</li> <li>3. Назовите алгоритмы обучения самоорганизующихся сетей и дайте им характеристику.</li> <li>4. Каковы свойства карты признаков?</li> <li>5. Назовите программные средства для обработки СОК. В чем их преимущества и недостатки?</li> <li>6. Перечислите применение СОК в социально-экономических исследованиях.</li> </ol>	ПК-3

#### 5.2.2. Типовые билеты для оценки сформированности компетенции ПК-3:

### ОБРАЗЦЫ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ»

Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА  
Кафедра математического моделирования экономических процессов  
Направление подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика  
Дисциплина «МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ»

#### БИЛЕТ № 00

1. Классы, на которые делятся нелинейные регрессионные модели. Доверительный интервал. Для каких величин может быть построен доверительный интервал?

2. Перечислите виды стандартизации данных. Назовите основные процедуры кластеризации данных. Особенности процедур кластеризации.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

**Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА  
Кафедра математического моделирования экономических процессов  
Направление подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика  
Дисциплина «МНОГОМЕРНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ»**

**БИЛЕТ № 01**

1. Дисперсионный критерий сжатия пространства. Действия, необходимые для выполнения дисперсионного критерия.
2. Факторный анализ. Опишите этапы процедуры факторного анализа. Косоугольные методы вращения факторов.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

**5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3**

1. Провести процедуру кластеризации методом ближнего/дальнего соседа, используя евклидово расстояние в качестве расстояния между объектами.

№	1	2	3	4	5	
2.	X <sub>1</sub>	12,52	9,36	4,12	5,17	13,43
	X <sub>2</sub>	9,47	12,65	2,73	6,86	4,28

Анализ  
эффектив-  
ности ис-

пользования земельных угодий в сельскохозяйственных районах области позволил выделить регионы с низким А и высоким В уровнями использования земли (табл. 1). С помощью дискриминантного анализа провести классификацию района (10, 11 или 12) по показателям объема реализованной продукции растениеводства и животноводства с 1 га посевной площади.

Таблица 1

№ райо- на	Уровень использования земли	Объем реализованной продукции	
		Растениеводства	Животноводства
1	Низкий (группа А)	0,25	0,41
2		0,51	0,51
3		0,27	0,42
4		0,33	0,56
5	Высокий (группа В)	1,17	0,28
6		4,99	0,67
7		5,18	0,45
8		2,49	0,38
9		2,73	0,33
10	Подлежат дискримина- ции	0,32	0,45
11		0,67	0,32
12		4,6	0,56

3. С помощью факторного анализа вычислить нагрузки главных компонент и их относительный вклад в суммарную вариацию признаков.

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 36 & 25,5 \\ 25,5 & 82 \end{pmatrix}.$$

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

7. **Ниворожкина Л.И., Арженовский С.В.** Многомерные статистические методы в экономике. Учебник. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. – 203 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=615064>

8. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 1. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 155 с. (в ФБ ННГУ имеется 72 экз.).
9. **Перова В.И.** Нейронные сети: Учебное пособие. Часть 2. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 111 с. (в ФБ ННГУ имеется 71 экз.).
10. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 1. Нейронные сети, обучаемые с учителем: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 130 с. (в ФБ ННГУ имеется 72 экз.).
11. **Перова В.И.** Нейронные сети в экономических приложениях. Часть 2. Нейронные сети, обучаемые без учителя: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. – 135 с. (в ФБ ННГУ имеется 73 экз.).

**б) дополнительная литература:**

1. **Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И.** Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
2. **Балабанов А.С., Стронгина Н.Р.** Анализ данных в экономических приложениях. Учебное пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. – 135 с.
3. **Овчинников П.Е.** Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов: Учебно-методическое пособие. Рег. номер 402.12.05 от 17.01.12. <http://www.unn.ru>

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)**

***Программное обеспечение:***

1. ОС Windows Корпоративная.
2. Программный пакет Viscosity SOMine.
3. Программный пакет Deductor Academic.

***Интернет-ресурсы:***

1. <http://elibrary.ru/>
2. <http://www.gks.ru/>
3. <http://www.znaniyum.com/>
4. <http://www.unn.ru>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: персональными компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика», профиль «Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия решений в экономике и бизнесе».

Автор:

Доцент кафедры математического моделирования экономических процессов Института экономики и предпринимательства ННГУ,

к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ **В.И. Перова**

Рецензент:

Профессор кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики Института информационных технологий математики и механики ННГУ,

д.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ **Д.Т. Чекмарев**

Заведующий кафедрой математического моделирования экономических процессов Института экономики и предпринимательства ННГУ,

д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_ **Ю.А. Кузнецов**

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института экономики и предпринимательства от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 года, протокол № .