

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

28 мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.02

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки	02.04.01 Математика и компьютерные науки
Направленность	«Математическое и компьютерное моделирование»
Форма обучения	очная
Квалификация	магистр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Многомерный статистический анализ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки.

Программу составила:

Качанова И. А., канд. физ.-мат. наук, доцент


подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 10 от 08.04.2021.

Заведующий кафедрой

математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 3 от 12.05.2021.

Председатель УМК факультета математики
и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Многомерный статистический анализ» состоит в формировании у студентов представления о сущности многомерного статистического анализа и его роли в вероятностно-статистическом моделировании; познании методологических основ и практическое овладение приемами многомерного статистического анализа.

1.2 Задачи дисциплины

В результате освоения курса «Многомерный статистический анализ» студенты должны

- понять необходимость и область применения многомерных статистических методов;
- научиться организовывать статистическое наблюдение и обрабатывать статистические данные с использованием современных компьютерных технологий;
- обучиться многомерным статистическим методам, позволяющим среди множества возможных вероятностно-статистических моделей обоснованно выбрать ту, которая наилучшим образом соответствует исходным статистическим данным, характеризующим реальное поведение исследуемой совокупности объектов, оценить надежность и точность выводов, сделанных на основе ограниченного статистического материала;
- усвоить основные правила расчета обобщающих статистических показателей;
- уметь формулировать выводы, необходимые для проведения научных исследований и осуществления практической деятельности.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе магистратуры по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Успешное усвоение студентом данного предмета предполагает у него наличие базовых знаний в области математической статистики, теории вероятностей, владение навыками работы в пакете MS Excel. Знания и умения, практические навыки, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, могут использоваться при выполнении дипломной работы, связанной с построением вероятностно-статистических моделей для социально-экономических и других процессов.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	
ИПК-1.1 Демонстрирует навыки решения задач классической математики, теоретической механики, математической физики	Знать: формулировки задач, условия применимости конкретных математических методов для решения базовых задач
	Уметь: строить на основе описания ситуаций стандартные теоретические модели
	Владеть: методологией исследования
ИПК-1.2 Демонстрирует навыки программирования подготовленных	Знать: методы математического и алгоритмического моделирования.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	Уметь: применить основы построения, расчета и анализа системы статистических показателей
	Владеть: практическими приемами визуализации полученных результатов в пакете Statistica.
ИПК-1.3 Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей	Знать: основы теории нейронных сетей.
	Уметь: применять методику прогнозирования на основе нейронных сетей.
	Владеть: основными приемами прогнозирования на основе нейронных сетей.
ИПК-1.4 Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	Знать: методику сбора, обработки и формы представления научно-технической информации
	Уметь: проводить интерпретацию полученных результатов исследования.
	Владеть: практическими приемами и методиками анализа многомерных статистических данных с применением математического аппарата.
ИПК-1.5 Планирует и осуществляет научно-исследовательскую деятельность в математике, механике и информатике	Знать: способы обрабатывания эмпирических и экспериментальных данных
	Уметь: формулировать проблему научного исследования; определять программу практических действий
	Владеть: навыками выявления проблем, возникающих при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения
ПК-2 Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	
ИПК-2.1 Демонстрирует практические навыки в проведении научно-исследовательской работы в профессиональной области	Знать: способы решения проблем анализа и интерпретации результатов научно-исследовательских работ
	Уметь: систематизировать, формулировать проблему исследования; проводить интерпретацию полученных результатов исследования
	Владеть: навыками структурирования результатов научно-исследовательских работ
ИПК-2.2 Составляет план решения, ставит в ходе решения промежуточные цели для достижения основной, критикует предложенный путь решения задачи и прогнозирует возможный результат	Знать: принципы системного подхода при решении практических задач
	Уметь: осуществлять выбор инструментальных средств для обработки многомерных статистических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы; предусматривать ход событий и последствия тех или иных этапов
	Владеть: навыками выявления проблем, возникающих при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения
ИПК-2.3 Анализирует поставленные задачи и	Знать: условия применимости конкретных

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
выбирает эффективные математические методы при разработке алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач естествознания	математических методов
	Уметь: Анализировать поставленные задачи, формализовать современные задачи естествознания
	Владеть: навыками сравнения и анализа эффективности рассматриваемых для использования математических методов
ИПК-2.4 Демонстрирует навыки логичного и последовательного изложения материала научного исследования в устной и письменной форме	Знать: методологию изложения научных исследований
	Уметь: последовательно в устной и письменной форме излагать информацию, полученную в результате проведенного научного исследования
	Владеть: навыками логично формулировать результаты научного исследования
ИПК-2.5 Применяет в профессиональной деятельности методику разработки и реализации алгоритмов на базе языков высокого уровня и пакетов прикладных программ моделирования	Знать: интерфейс пакетов прикладных программ для работы со статистическими данными
	Уметь: способы организации многомерных статистических наблюдений
	Владеть: навыками работы в среде пакетов прикладных программ для работы с многомерными статистическими данными; обрабатывать статистические данные с использованием современных компьютерных технологий

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	
		1 семестр (144 часа)
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	32,3	32,3
занятия лекционного типа	16	16
лабораторные занятия	16	66
практические занятия		
семинарские занятия		
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	85	85
Проработка учебного (теоретического) материала	41	41
Подготовка к лабораторным работам	41	41
Подготовка к текущему контролю	3	3
Контроль:	26,7	26,7

Подготовка к экзамену			
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	0,3	0,3
	зач. ед	4	4

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (1 курсе магистратуры)
(очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Множественный регрессионный анализ	23	3	-	3	17
2.	Кластерный анализ	23	3	-	3	17
3.	Дисперсионный анализ	23	3	-	3	17
4.	Факторный анализ	23	3	-	3	17
5.	Дискриминантный анализ	25	4	-	4	17
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	-	-	0,3	-
	Подготовка к текущему контролю	26,7	8	-	8	10,7
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	24	-	24,3	95,7

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Множественный регрессионный анализ	Понятие множественной регрессии. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Мультиколлинеарность. Выбор формы уравнения регрессии. Оценка параметров уравнения линейной множественной регрессии. Качество оценок МНК линейной множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Проверка качества уравнения регрессии. F-критерий Фишера. Частные уравнения регрессии. Частная корреляция. Обобщенный метод наименьших квадратов. Гетероскедастичность. Построение регрессионных моделей при наличии автокорреляции остатков. Регрессионные модели с переменной структурой.	У

		Фиктивные переменные.	
2.	Кластерный анализ	Введение в кластерный анализ: измерение близости объектов; характеристики близости объектов. Методы кластерного анализа. Иерархические алгоритмы. Расстояния между кластерами. Процедуры эталонного типа.	У
3.	Дисперсионный анализ	Основные понятия. Методика дисперсионного анализа. Описание процедуры Factorial ANOVA. Описание Repeat measures ANOVA.	У
4.	Факторный анализ	Основные понятия. Методика факторного анализа. Выделение факторов. Критерий Кайзера. Критерий каменистой осыпи. Задача вращения общих факторов. Интерпретация результатов.	У
5.	Дискриминантный анализ	Введение в дискриминантный анализ. Дискриминация: коэффициенты канонической дискриминантной функции; число дискриминантных функций. Классифицирующие функции: применение элементарных классифицирующих функций; классификация объектов с помощью выборочного расстояния Махаланобиса; классификационная матрица.	У

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Множественный регрессионный анализ	Понятие множественной регрессии. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Мультиколлинеарность. Выбор формы уравнения регрессии. Оценка параметров уравнения линейной множественной регрессии. Качество оценок МНК линейной множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Проверка качества уравнения регрессии. F-критерий Фишера. Частные уравнения регрессии. Частная корреляция. Обобщенный метод наименьших квадратов. Гетероскедастичность. Построение регрессионных моделей при наличии автокорреляции остатков. Регрессионные модели с переменной структурой. Фиктивные переменные.	ЛР
2.	Кластерный анализ	Введение в кластерный анализ: измерение близости объектов; характеристики близости объектов. Методы кластерного анализа. Иерархические алгоритмы. Расстояния между кластерами. Процедуры эталонного типа.	ЛР
3.	Дисперсионный анализ	Основные понятия. Методика дисперсионного анализа. Описание процедуры Factorial ANOVA. Описание Repeat measures ANOVA.	ЛР
4.	Факторный анализ	Основные понятия. Методика факторного анализа. Выделение факторов. Критерий Кайзера. Критерий каменистой осыпи. Задача вращения общих факторов. Интерпретация результатов.	ЛР
5.	Дискриминантный анализ	Введение в дискриминантный анализ. Дискриминация: коэффициенты канонической дискриминантной функции; число дискриминантных функций. Классифицирующие функции: применение элементарных классифицирующих функций; классификация объектов с помощью выборочного расстояния Махаланобиса; классификационная матрица.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), устного опроса (У) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Изучение тем по дисциплине	По материалам лекций и по основным источникам литературы.
2	Выполнение практических домашних заданий	По материалам выдаваемых индивидуальных заданий.
3	Подготовка к зачету	По основным источникам литературы.
4	Работа с вопросами для самопроверки	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов.

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий с применением современных математических пакетов прикладных программ.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Математические методы экономического прогнозирования».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме индивидуальных заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1 Демонстрирует навыки решения задач классической математики, теоретической механики, математической физики	Знать: формулировки задач, условия применимости конкретных математических методов для решения базовых задач Уметь: строить на основе описания ситуаций стандартные теоретические модели Владеть: методологией исследования	Рабочая тетрадь Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22
2	ИПК-1.2 Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	Знать: методы математического и алгоритмического моделирования. Уметь: применить основы построения, расчета и анализа системы статистических показателей Владеть: практическими приемами визуализации полученных результатов в пакете Statistica.	Рабочая тетрадь Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22 Образцы проектов в пакете Statistica по темам лабораторных занятий в электронном виде
3	ИПК-1.3 Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей	Знать: основы теории нейронных сетей. Уметь: применять методику прогнозирования на основе нейронных сетей Владеть: основными приемами прогнозирования на основе нейронных сетей.	Вопросы для устного опроса по теме	Вопрос на экзамене 23 Образцы проектов в пакете Statistica по темам лабораторных занятий в электронном виде
4	ИПК-1.4 Собирает и анализирует научно-техническую	Знать: методику сбора, обработки и формы представления научно-	Рабочая тетрадь Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22

	информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	технической информации Уметь: проводить интерпретацию полученных результатов исследования. Владеть: практическими приемами и методиками анализа многомерных статистических данных с применением математического аппарата.		
5	ИПК-1.5 Планирует и осуществляет научно-исследовательскую деятельность в математике, механике и информатике	Знать: способы обрабатывания эмпирических и экспериментальных данных Уметь: формулировать проблему научного исследования; определять программу практических действий Владеть: навыками выявления проблем, возникающих при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения	Вопросы для устного опроса по теме	Вопрос на экзамене 1-22
6	ИПК-2.1 Демонстрирует практические навыки в проведении научно-исследовательской работы профессиональной области	Знать: способы решения проблем анализа и интерпретации результатов научно-исследовательских работ Уметь: систематизировать, формулировать проблему исследования; проводить интерпретацию полученных результатов исследования Владеть: навыками структурирования результатов научно-исследовательских работ	Вопросы для устного опроса по теме Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22
7	ИПК-2.2 Составляет план решения, ставит в ходе решения промежуточные цели для достижения основной, критикует предложенный путь решения задачи и прогнозирует возможный результат	Знать: принципы системного подхода при решении практических задач Уметь: осуществлять выбор инструментальных средств для обработки многомерных статистических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы;	Рабочая тетрадь	Вопрос на экзамене 1-22

		предусматривать ход событий и последствия тех или иных этапов Владеть: навыками выявления проблем, возникающих при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения		
8	ИПК-2.3 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при разработке алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач естествознания	Знать: условия применимости конкретных математических методов Уметь: Анализировать поставленные задачи, формализовать современные задачи естествознания Владеть: навыками сравнения и анализа эффективности рассматриваемых для использования математических методов	Рабочая тетрадь Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22
9	ИПК-2.4 Демонстрирует навыки логичного и последовательного изложения материала научного исследования в устной и письменной форме	Знать: методологию изложения научных исследований Уметь: последовательно в устной и письменной форме излагать информацию, полученную в результате проведенного научного исследования Владеть: навыками логично формулировать результаты научного исследования	Вопросы для устного опроса по теме Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22
10	ИПК-2.5 Применяет в профессиональной деятельности методику разработки и реализации алгоритмов на базе языков высокого уровня и пакетов прикладных программ моделирования	Знать: интерфейс пакетов прикладных программ для работы со статистическими данными Уметь: способы организации многомерных статистических наблюдений Владеть: навыками работы в среде пакетов прикладных программ для работы с многомерными статистическими данными; обрабатывать статистические данные с использованием современных компьютерных технологий	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-22 Образцы проектов в пакете Statistica по темам лабораторных занятий в электронном виде

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
Список типовых заданий (для лабораторных занятий, контрольной работы)

Задача 1. Имеются следующие данные о ценах и дивидендах по обыкновенным акциям, а также данные о доходности компании.

№	цена акции, долл. США	доходность капитала, %	уровень дивидендов, %
1	25	15,2	2,6
2	20	13,9	2,1
3	15	15,8	1,5
4	34	12,8	3Д
5	20	6,9	2,5
6	33	14,6	3Д
7	28	15,4	2,9
8	30	17,3	2,8
9	23	13,7	2,4
10	24	12,7	2,4
11	25	15,3	2,6
12	26	15,2	2,8
13	26	12,0	2,7
14	20	15,3	1,9
15	20	13,7	1,9
16	13	13,3	1,6
17	21	15,1	2,4
18	31	15,0	3,0
19	26	11,2	3Д
20	11	12,1	2,0

- 1) Проверить факторы на наличие коллинеарности.
- 2) Построить линейное уравнение множественной регрессии и пояснить экономический смысл его параметров.
- 3) Определить значения коэффициента множественной корреляции и коэффициента детерминации.
- 4) Проверить значимость уравнения при заданном уровне значимости (для каждого варианта свой уровень значимости).
- 5) Проверить значимость коэффициентов при заданном уровне значимости. Для значимых коэффициентов построить доверительный интервал.
- 6) Определить средние частные коэффициенты эластичности. Проинтерпретировать их.
- 7) Найти коэффициенты частной корреляции. Проанализировать их.
- 8) Построить уравнение линейной регрессии с учетом только значимых факторов.

Задача 2. Больные гипертиреозом (увеличение щитовидной железы) общим числом 23 человека были разделены на три группы.

Группа 1. Лечение оказалось успешным; проведенное через большой промежуток времени клиническое обследование показало, что пациент здоров.

Группа 2. Лечение безуспешно, т. е. состояние больного осталось без изменения.

Группа 3. Исход лечения успешен, но в дальнейшем возможен рецидив.

По результатам обследования 23 пациентов имеются следующие измерения:

y6 – йод, регистрируемый через 3 часа после принятия испытательной дозы;

y9 – йод, регистрируемый через 48 часов после принятия испытательной дозы;

y10 – содержание в крови белковосвязанного йода ($PB^{131}J$) через 48 часов;

kl – номер группы.

Конкретные результаты приведены в табл.

Таблица

ДАННЫЕ О 23 БОЛЬНЫХ ГИПЕРТИРЕОЗОМ, РАЗДЕЛЕННЫЕ НА ТРИ ГРУППЫ

№	kl	y6	y9	y10	№	kl	y6	y9	Y10
1	1	14.4	25.1	0.20	1	1	54.0	57.0	0.19
2	1	20.1	40.1	0.11	3	1	16.1	20.6	0.22
3	1	24.1	32.1	0.17	4	1	57.5	74.5	0.49
4	1	11.1	16.9	0.12	5	1	37.8	63.0	0.32
5	1	16.3	32.1	0.36	6	1	55.8	48.0	2.74
6	1	40.5	64.4	0.21	7	2	75.0	60.0	1.37
7	1	52.7	50.0	0.53	8	2	72.0	65.0	0.70
8	1	20.8	22.3	0.13	9	2	70.6	45.0	1.40
9	1	14.0	3.1	0.18	0	2	24.1	45.0	0.22
1	1	27.0	41.7	0.19	1	2	33.2	55.0	0.01
0	1	44.3	63.8	0.22	2	3	30.4	44.6	0.09
1	1	47.5	50.1	0.29	2	3			
1	1				3				
2									

По матрице исходных данных найти средние и стандартные отклонения дискриминантных переменных, общую **T** и внутригрупповую **W** матрицы сумм квадратов и перекрестных произведений. Найти также коэффициенты канонической дискриминантной функции, коэффициент канонической корреляции, Λ -статистику

Уилкса, статистику хи-квадрат, уровень значимости. Построить классифицирующие функции.

Задача 3.

По данным Таблицы 1 и алгоритму кластерного анализа провести классификацию объектов иерархическим методом (древовидная кластеризация).

Таблица 1

№ п/п	Страны	Число врачей на 10000 населения	Смертность на 100000 населения	ВВП по паритету покупательной способнoсти, в % к	Расходы на здравоохранение, в % к США
		X1	X2	X3	X4
1	Россия	44.5	84.98	20.4	3.2
2	Австралия	32.5	30.58	71.4	8.5
3	Австрия	33.9	38.42	78.7	9.2
4	Азербайджан	38.8	60.34	12.1	3.3
5	Армения	34.4	60.22	10.9	3.2
6	Беларусь	43.6	60.79	20.4	5.4
7	Бельгия	41	29.82	79.7	8.3
8	Болгария	36.4	70.57	17.3	5.4
9	Великобритания	17.9	34.51	69.7	7.1
10	Венгрия	32.1	64.73	24.5	6
11	Германия	38.1	36.63	76.2	8.6
12	Греция	41.5	32.84	44.4	5.7
13	Грузия	55	62.64	11.3	3.5
14	Дания	36.7	34.07	79.2	6.7
15	Ирландия	15.8	39.27	57	6.7
16	Испания	40.9	28.46	54.8	7.3
17	Италия	49.4	30.27	72.1	8.5
18	Казахстан	38.1	69.04	13.4	3.3
19	Канада	27.6	25.42	79.9	10.2
20	Киргизия	33.2	53.13	11.2	3.4

В качестве расстояния между объектами принять "обычное евклидово расстояние", а расстояния между кластерами измерять по методу Варда.

Исходные данные нормировать.

Номер варианта соответствует номеру строки исключаемой из таблицы данных. Т.е. исследования проводятся для всех стран, кроме той, номер строки которой соответствует вашему варианту.

Задача 4.

Решить Задачу 3 методом К-средних. Предварительно нормируя исходные данные.

Задача 5.

По данным Таблицы 2 и алгоритму кластерного анализа провести классификацию объектов иерархическим методом (древовидная кластеризация).

Таблица 2

№ п/п	Страны	Продукты					
		Мясо, кг	Масло животное, кг	Сахар, кг	Алкоголь,	Фрукты, кг	Хлебопродукты, кг
		X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	Россия	55	3,9	30	5	28	124
2	Австралия	100	2,6	47	8,2	121	87
3	Австрия	93	5,3	37	12	146	74
4	Азербайджан	20	4,1	12,4	7,9	52	141
5	Армения	20	3,7	4,3	6,5	72	134
6	Беларусь	72	3,6	28	5,4	38	120
7	Бельгия	85	6,9	48	11	83	72
8	Болгария	65	3	18	9,5	92	156
9	Великобритания	67	3,5	39	8,8	91	91
10	Венгрия	73	1,7	40	10,9	73	106
11	Германия	88	6,8	35	8,1	138	73
12	Греция	83	1	24	8,8	99	108
13	Грузия	21	3,8	36	9,8	55	140
14	Дания	98	5	38	10,3	89	77
15	Ирландия	99	3,3	31	9,6	87	102
16	Испания	89	0,4	26	8,95	103	72
17	Италия	84	2,2	27	9,6	169	118
18	Казахстан	61	4,2	19,2	7,2	10	191
19	Канада	98	3,1	44	7,4	123	77
20	Киргизия	46	4,1	23,5	6,7	20	134

В качестве расстояния между объектами принять "обычное евклидово расстояние", а расстояния между кластерами измерять по принципу: «ближайшего соседа».

Исходные данные нормировать.

Номер варианта соответствует номеру строки исключаемой из таблицы данных. Т.е. исследования проводятся для всех стран, кроме той, номер строки которой соответствует вашему варианту.

Задача 6.

Решить Задачу 5 при условии, что расстояния между кластерами измеряются по принципу "дальнего соседа", предварительно нормируя исходные данные.

Задача 7

В Приложении (см. прилагаемый файл) представлены данные по 65 предприятиям (n=65) и указаны номера групп, к которым они были отнесены экспертным способом.

Задача состоит в том, чтобы проверить корректность экспертного отнесения предприятий к группам и получить корректные обучающие выборки (коэффициент корректности в классификационной матрице должен быть равен 100%). Выпишите линейные классификационные функции.

Задача 8

На основе корректных обучающих выборок и классификационных функций, полученных в результате выполнения задачи 7, провести группировку предприятий по пяти группам на основе данных, представленных в Приложении (см. прилагаемый файл), и соответствующих вариантов в таблице 3.

Таблица 3

Номер варианта	Номера предприятий	Номер варианта	Номера предприятий
1	1-50	10	46-95
2	6-55	11	51-100
3	11-60	12	56-105
4	16-65	13	61-110
5	21-70	14	66-115
6	26-75	15	71-120
7	31-80	16	76-125
8	36-85	17	81-130
9	41-90	18	86-135

XI - прибыль (тыс. р.);

X2 - валовая продукция на 1 работника, занятого в сельском хозяйстве(тыс. р.);

X3 - валовая продукция на 1 га сельхозугодий (тыс. р.);

X4 - производство молока на 1 га сельхозугодий (кг);

X5 - производство мяса на 1 га сельхозугодий (кг);

X6 - выручка от реализации продукции на 1 работника (тыс. р.);

X7 - выручка на 1 га сельхозугодий (тыс. р.).

Экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятие корреляционной матрицы.
2. Линейная множественная регрессионная модель.
3. Качество оценок МНК линейной множественной регрессии. Теорема Гаусса-Маркова.
4. Проверка качества уравнения линейной множественной регрессии. F-критерий Фишера.
5. Точность коэффициентов регрессии. Доверительные интервалы.
6. Методы кластерного анализа.
7. Иерархические алгоритмы.
8. Расстояния между кластерами.
9. Процедуры эталонного типа.
10. Методика дискриминантного анализа.
11. Что характеризует Лямбда Уилкса?
12. Что показывают квадраты расстояний Махаланобиса?
13. Какое максимальное число канонических дискриминантных функций допустимо в дискриминантном анализе?
14. Какую информацию дают стандартизованные и структурные коэффициенты дискриминантной функции?
15. Опишите процедуру отбора переменных с помощью стандартизованных и структурных коэффициентов.
16. Какова интерпретация канонического коэффициента корреляции?
17. В каком случае учет априорных вероятностей может сильно изменить результаты классификации?
18. Методика факторного анализа.
19. Суть задачи вращения общих факторов
20. Критерий Кайзера.
21. Критерий Каменистой осыпи.
22. Метод главных компонент.
23. Разновидности нейронных сетей

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4»	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический

(хорошо)	материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2008. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1005> — Загл. с экрана.
2. Халафян, А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Халафян. — 3-е изд. — М.: Бином пресс, 2008. — 508 с. — (Сер. "Учебник"). - Ц. - ISBN 978-5-9518021-5-6
3. Черткова, Е. А. Статистика. Автоматизация обработки информации : учебное пособие для вузов / Е. А. Черткова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 195 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-

01429-7. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/0CBA0F5B-1227-46F3-8C8E-D9BAB4AC306A.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в ЭБС «Лань» и «Юрайт».

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;

5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy i otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебный план по дисциплине «Численные методы» предусматривает проведение внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Основная цель самостоятельной работы студентов состоит в закреплении, расширении и углублении знаний материала, изучаемого на аудиторных занятиях, формировании навыков исследовательской работы и повышении образовательного уровня студентов без непосредственного участия преподавателя. Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- выполнение индивидуальных заданий;
- работу с вопросами для самопроверки по темам курса;
- подготовку к зачёту.

Организация процесса СРС по дисциплине представлена в таблице.

№	Наименование раздела	Содержание СРС	Кол-во часов	Форма контроля
1	Множественный регрессионный анализ	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	17	У

№	Наименование раздела	Содержание СРС	Кол-во часов	Форма контроля
2	Кластерный анализ	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	17	У
3	Дисперсионный анализ	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	17	У
4	Факторный анализ	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	17	У
5	Дискриминантный анализ	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	17	У
–	–	–	75	–

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	– интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; – табличный процессор MS Excel; – ПП Statistica.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	– интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; – табличный процессор MS Excel; – ПП Statistica.
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	– интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; – табличный процессор MS Excel; – ПП Statistica.

--	--	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	– интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; – табличный процессор MS Excel.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _____)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	– интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; – табличный процессор MS Excel.