

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 04 » декабря 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Многомерный статистический анализ в экономике
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Математическое и информационное обеспечение
экономической деятельности (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: приобретение знаний, умений, навыков по многомерным статистическим методам, для их применения в освоении смежных дисциплин и при решении реальных задач в будущей профессиональной деятельности; выработка исследовательских навыков и умений самостоятельного анализа прикладных экономических задач.

Задачи дисциплины:

- приобрести основы теоретических знаний по многомерным статистическим методам;
- приобрести умения применять теоретические знания для решения задач анализа статистических данных;
- приобрести навыки использования компьютерных моделей многомерных статистических методов в реальных экономических задачах.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- многомерная генеральная и выборочная совокупности, матрица наблюдений;
- статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей;
- корреляционные матрицы и многомерная регрессия;
- главные компоненты и факторы;
- однородные совокупности объектов - кластеры.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	основные понятия, определения, правила действий с многомерными генеральными совокупностями и выборками; - методы и приёмы статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей; - методы многомерного корреляционного, регрессионного, факторного, кластерного анализа	Знает задачи описания и анализа экономических процессов, методы содержательной интерпретации полученных результатов;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	представлять структуру и функционирование сложных объектов в виде соответствующих многомерных статистических совокупностей; - решать практические задачи по подготовке многомерных выборок, составлению матриц наблюдений, расчёту статистических оценок, проверке статистических гипотез, построению многофакторных корреляционных, регрессионных, факторных моделей, выделению главных компонент	Умеет оформлять результаты исследований в виде отчета и применять их в организационно-управленческой деятельности;	Расчетно-графическая работа
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	компьютерными методами, приемами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки, анализа многофакторных статистических совокупностей; - навыками вычислительной работы с реальной многомерной статистической информацией, характеризующей сложные экономические, социальные, экологические объекты и системы.	Владеет навыками построения стандартных математических и эконометрических моделей экономических процессов.	Расчетно-графическая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	108	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	50	50	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	54	54	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Многомерные генеральная и выборочная совокупности данных	17	0	18	36
Тема 1. Многомерная генеральная совокупность. Многомерный случайный вектор. Распределение случайного вектора. Числовые характеристики случайного вектора. Параметры связи между признаками генеральной совокупности. Многомерное нормальное распределение генеральной совокупности. Тема 2. Статистическое оценивание многомерной генеральной совокупности. Выборочная совокупность данных социально-экономической природы. Точечные и интервальные оценки параметров многомерной генеральной совокупности. Сравнение генеральных совокупностей.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Многомерный регрессионно- корреляционный анализ	17	0	18	36
Тема 3. Корреляционный анализ. Двумерная модель. Оценка парного коэффициента корреляции. Стати-стическая значимость парного коэффициента корреляции. Многомерный корреляционный анализ. Матрица парных и частных коэффициентов корреляции. Множественные коэффициенты корреляции. Статистические критерии Стьюдента и Фишера. Тема 4. Регрессионный анализ. Линейные и нелинейные уравнения парной регрессии. Множественное ли-нейное уравнение регрессии. Оценка статистической значимости уравнения регрессии и его параметров. Регрессионно- корреляционный анализ данных социально- экономической природы.				
Многомерные статистические методы сжатия информации и классификации наблюдений	16	0	18	36
Тема 5. Компонентный анализ. Метод главных компонент. Линейная модель метода главных компонент. Матрица Грама. Собственные числа и собственные векторы матрицы. Информативность главных компонент. Сжатие многомерной информации при компонентном анализе. Тема 6. Факторный анализ. Основные понятия факторного анализа. Основная модель факторного анализа. Дисперсионный и корреляционный анализ факторов. Факторные нагрузки. Редуцированная матри-ца. Проблема вращения и измерения факторов. Идентификация факторов. Факторный анализ социально- экономических данных. Тема 7. Кластерный и дискриминантный анализ. Кластерный анализ. Меры сходства многомерных объектов. Функционалы качества разбиений многомерных совокупностей. Иерархический кластерный анализ и метод к-средних. Дискриминантный анализ. Дискриминантные переменные и дискриминантные функции. Сравнительный анализ и классификация многомерных объектов социально- экономической природы.				
ИТОГО по 7-му семестру	50	0	54	108
ИТОГО по дисциплине	50	0	54	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Функции распределения и числовые характеристики многомерного случайного вектора.
2	Статистическое оценивание параметров распределения по выборочным данным. Расчет векторов средних и оценок дисперсии, построение ковариационных и корреляционных матриц. Проверка законов распределений.
3	Корреляционный анализ данных. Проверка статистической значимости параметров корреляции
4	Построение линейных и нелинейных зависимостей выборочных данных. Проверка значимости уравнений регрессии и коэффициентов уравнений. Анализ результатов регрессии.
5	Построение главных компонент многомерных данных. Определение информативности компонент по величинам дисперсии. Идентификация главных компонент.
6	Метод главных факторов. Методы определения общностей. Построение редуцированной матрицы. Нахождение факторных нагрузок. Вращение факторов. Расчет индивидуальных значений главных факторов.
7	Нормирование исходных данных. Расчет матрицы расстояний между многомерными объектами. Иерархические алгоритмы классификации данных. Выделение кластеров методом k- средних. Расчет значений дискриминантных функций. Отнесение новых наблюдений к одному из имеющихся кластеров.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Айвазян С.А. Методы эконометрики : учебник / С. А. Айвазян. - Москва: Магистр, ИНФРА-М, 2010.	2
2	Дубров А. М. Многомерные статистические методы для экономистов и менеджеров : учебник для вузов / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. - Москва: Финансы и статистика, 2003.	12
3	Многомерный статистический анализ в экономике : учебное пособие для вузов / Л. А. Сошникова [и др.]. - Москва: ЮНИТИ, 1999.	8
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Гитис Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ / Л.Х. Гитис. - М.: Изд-во МГГУ, 2003.	4
2	Многомерный анализ. - Саратов: , Изд-во СамГТУ, 2000. - (Обработка экспериментальной информации : учебное пособие для вузов; Ч. 3).	1
3	Ниворожкина Л. И. Многомерные статистические методы в экономике : учебник для вузов / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. - Москва Ростов-на-Дону: Дашков и К, Наука-Спектр, 2008.	5
4	Салин В. Н. Статистический анализ данных цифровой экономики в системе STATISTICA : учебно-практическое пособие / В. Н. Салин, Э. Ю. Чурилова. - Москва: КНОРУС, 2020.	1
5	Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере : учебное пособие / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. - Москва: ФОРУМ, 2012.	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	

3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Калинина В.Н., Соловьев В.И. Введение в многомерный статистический анализ: учебное пособие/ ГУУ.-М.,2003.-66 с.	http://visoloviev.ru/booksmath/MSA.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Среды разработки, тестирования и отладки	Среда разработки RStudio

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	IBM PC совместимые компьютеры MS Windows 8.1 (подп. Azure DevTools for Teaching) Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 3000 шт. (ПНИПУ 2009 г) Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 Лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017	15

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	IBM PC совместимые компьютеры MS Windows 8.1 (подп. Azure DevTools for Teaching) Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 3000 шт. (ПНИПУ 2009 г) Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 Лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Многомерный статистический анализ в экономике»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление 01.03.02 - «Прикладная математика и информатика»

Профиль программы бакалавриата: Математическое и информационное обеспечение
в экономической деятельности

Квалификация выпускника: Бакалавр

Выпускающая кафедра: «Прикладная математика»

Форма обучения: очная

Курс: 4 **Семестр(-ы):** 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 216 ч

Форма промежуточной аттестации: Дифференцированный зачет – 7 семестр

Пермь, 2020

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

1.2. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля при изучении теоретического материала, и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	РР	КР	Курс. работа	Зачет
Усвоенные знания						
3.1 - основные правила анализа многомерных выборок;	С					ТВ
3.2 - методы и приёмы статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей	С	ТО				ТВ
3.3 методы многомерного корреляционного, регрессионного, факторного, кластерного анализа		ТО				ТВ
Освоенные умения						
У.1 представлять структуру и функционирование сложных объектов в виде соответствующих многомерных статистических совокупностей		ТО	РР			ПЗ
У.2 решать практические задачи по подготовке многомерных выборок, составлению матриц наблюдений, расчёту статистических оценок, проверке статистических гипотез			РР			ПЗ
У.3 решать практические задачи по построению многофакторных корреляционных, рег-		ТО	РР			ПЗ

рессионных, факторных моделей, выделению главных компонент;						
Приобретенные владения						
В.1 компьютерными методами, приемами, алгоритмами, схемами сбора, подготовки, обработки, анализа многофакторных статистических совокупностей	С					ПЗ
В.2 навыками вычислительной работы с реальной многомерной статистической информацией, характеризующей сложные экономические, социальные, экологические объекты и системы	С		РР			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос (коллоквиум); КР – контрольная работа; ПЗ – практическое задание; ТВ – теоретический вопрос; РР – расчетная работа.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимого с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-х бальной системе учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Функции распределения и числовые характеристики многомерного случайного вектора
2. Расчет векторов средних и оценок дисперсии, построение ковариационных и корреляционных матриц.
3. Проверка статистической значимости параметров корреляции.
4. Проверка значимости уравнений регрессии и коэффициентов уравнений. Анализ результатов регрессии.
5. Определение информативности компонент по величинам дисперсии. Идентификация главных компонент.
6. Нормирование исходных данных. Расчет матрицы расстояний между многомерными объектами.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений проводится в форме защиты расчетных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Расчетно-графические работы и лабораторные работы.

1. Регрессионный анализ.

Расчетная работа (РР- 1). Исследование зависимостей многомерных наблюдений социально- экономических систем.

2. Факторный анализ.

Расчетная работа (РР- 2). Факторный и компонентный анализ многомерных наблюдений социально- экономических систем.

3. Кластерный и дискриминантный анализ.

Расчетная работа (РР -3). Классификация и сравнительный анализ многомерных наблюдений социально- экономических систем.

2.2.2. Рубежные контрольные работы

Не предусмотрены.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине.

Допуск к зачету осуществляется по результатам текущего и рубежного контролей. Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы для проверки усвоенных знаний и практические задания для проверки освоенных умений. Билет формируется таким образом, чтобы в него вошли вопросы и задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Форма билета представлена в общей части ФОС программы бакалавриата.

Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Двумерное нормальное распределение случайного вектора
2. Доверительные интервалы для параметров линейной модели регрессии.
3. Метод главных компонент

Типовые практические задания для контроля освоенных умений:

1. Проверить значимость матрицы парных коэффициентов корреляции
2. Представить алгоритм регрессионного анализа данных
3. Ранжировать главные компоненты.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали теоретические вопросы, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформиро-

ванности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

Общая оценка уровня сформированности компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.