

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ОД.10.2 Анализ данных»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры

протокол № 6 от "29" 01 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры


подпись

А.Г. Реннер
расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ММиМЭ
должность


подпись

О.С. Чудинова
расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

01.03.04 Прикладная математика

код наименование


личная подпись

А.Г. Реннер
расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки


личная подпись

Н.Н. Грицай
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета


личная подпись

Н.В. Лужнова
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Чудинова О.С., 2018
© ОГУ, 2018

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: овладение студентами методами многомерного анализа данных об экономических или естественнонаучных объектах, системах, процессах.

Задачи:

- изучение методов исследования взаимосвязей между показателями, характеризующими объекты в социально-экономических или естественнонаучных исследованиях;
- изучение методов распознавания образов и типологизации объектов;
- изучение методов оптимизации представления информации об объектах;
- освоение современных пакетов прикладных программ, реализующих алгоритмы многомерного анализа данных;
- приобретение навыков содержательной интерпретации результатов исследования.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.6 Экономическая теория, Б.1.Б.10 Математический анализ, Б.1.Б.11 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б.1.Б.17 Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов, Б.1.В.ОД.8 Микроэкономика, Б.1.В.ОД.10.1 Введение в анализ данных*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.19 Математическое моделирование, Б.1.В.ОД.7 Математические методы и модели в логистике, Б.1.В.ОД.10.3 Эконометрика, Б.1.В.ДВ.3.2 Интегрированные интеллектуальные системы, Б.2.В.П.1 Технологическая практика, Б.2.В.П.2 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.3 Преддипломная практика, Б.4.1 Практикум "Технологии информационного обеспечения научно-исследовательской работы", Б.4.2 Методы интеллектуального анализа данных*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><u>Знать:</u> основные понятия и инструментарий анализа данных, необходимые для самостоятельного решения прикладных задач в профессиональной деятельности;</p> <p><u>Уметь:</u> самостоятельно решать задачи, возникающие в сфере профессиональной деятельности, применяя методы анализа данных, самостоятельно изучать новые разделы анализа данных, необходимые для решения задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками самостоятельного решения задач, возникающих в сфере профессиональной деятельности, с применением методом анализа данных; навыками самостоятельного изучения новых разделов анализа данных, необходимых для решения задач в сфере профессиональной деятельности, на основе учебной литературы.</p>	ОПК-1 готовностью к самостоятельной работе

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><u>Знать:</u> основы работы с программным обеспечением, реализующим методы и алгоритмы анализа данных;</p> <p><u>Уметь:</u> самостоятельно осваивать работу с новым программным обеспечением, реализующим методы анализа данных; самостоятельно осваивать реализацию новых методов и алгоритмов анализа данных в известных пакетах прикладных программ;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками самостоятельного освоения работы с новым программным обеспечением, реализующим методы и алгоритмы анализа данных.</p>	<p>ОПК-2 способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования</p>
<p><u>Знать:</u> основы работы в пакетах прикладных программах, реализующих методы и алгоритмы анализа данных (Statistica, Stata и др.); особенности реализации изученных методов и алгоритмов анализа данных в пакетах прикладных программ (Statistica, Stata и др.);</p> <p><u>Уметь:</u> реализовывать изученные методы и алгоритмы анализа данных в пакетах прикладных программ (Statistica, Stata и др.) в процессе решения практических задач;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками реализации изученных методов и алгоритмов анализа данных в пакетах прикладных программ (Statistica, Stata и др.) для решения практических задач.</p>	<p>ПК-1 способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение</p>
<p><u>Знать:</u> подходы, позволяющие перейти от естественнонаучной сущности проблемы к формализованной задаче, решение которой может быть получено с помощью методов анализа данных;</p> <p><u>Уметь:</u> перейти от естественнонаучной сущности проблемы к формализованной задаче; использовать методы и алгоритмы анализа данных для решения задач в области естественнонаучного знания;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками построения формализованных задач; навыками применения методов и алгоритмов анализа данных для решения задач, требующих понимания естественнонаучной сущности проблемы.</p>	<p>ПК-9 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат</p>
<p><u>Знать:</u> инструментарий анализа данных; возможности использования и сферы применения всех изученных методов и алгоритмов анализа данных;</p> <p><u>Уметь:</u> решать экономические и/или инженерные задачи с помощью изученных методов и алгоритмов анализа данных, в том числе применяя специализированное программное обеспечение, реализующее эти методы и алгоритмы; проводить анализ и давать интерпретацию полученным результатам; предлагать решения на основе полученных результатов;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками решения экономических и/или инженерных задач с помощью изученных методов и алгоритмов анализа данных, в том</p>	<p>ПК-10 готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
числе с применением специализированного программного обеспечения, реализующего эти методы и алгоритмы; навыками анализа и интерпретации полученных результатов; навыками разработки на основе полученных результатов решений или их элементов.	
<p>Знать: источники информации и способы поиска информации по тематике методов и алгоритмов анализа данных, их реализации в различных программных продуктах, а также их применения для решения экономических/инженерных/ естественнонаучных задач;</p> <p>Уметь: осуществлять поиск, анализ и структурирование информации по тематике методов и алгоритмов анализа данных, их реализации в различных программных продуктах и их применения для решения экономических/инженерных/ естественнонаучных задач; проводить сравнительный анализ источников информации по указанной тематике и осуществлять выбор наиболее релевантных источников информации;</p> <p>Владеть: навыками поиска, анализа и структурирования информации по тематике методов и алгоритмов анализа данных, их реализации в различных программных продуктах и их применения для решения экономических/инженерных/ естественнонаучных задач; навыками сравнительного анализа источников информации по указанной тематике и выбора наиболее релевантных источников информации.</p>	ПК-11 готовностью применять знания и навыки управления информацией
<p>Знать: основные понятия и инструментарий многомерного статистического анализа данных, необходимые для самостоятельного изучения новых разделов фундаментальных наук, связанных с вероятностно-статистическим анализом и моделированием;</p> <p>Уметь: использовать знания в области многомерного статистического анализа данных при самостоятельном изучении новых разделов фундаментальных дисциплин, использующих аппарат вероятностно-статистического моделирования;</p> <p>Владеть: навыками использования многомерных статистических методов при проведении самостоятельных исследований с использованием новых разделов фундаментальных наук.</p>	ПК-12 способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	108	252
Контактная работа:	50,25	51,25	101,5
Лекции (Л)	34	18	52
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям).	93,75	56,75	150,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение	12	2		-	10
2	Оценивание и сравнение параметров многомерной генеральной совокупности	20	4		4	12
3	Методы робастного оценивания	18	4		2	12
4	Многомерный корреляционный анализ количественных признаков	18	4		2	12
5	Корреляционный анализ порядковых переменных: ранговая корреляция	18	4		2	12
6	Корреляционный анализ номинальных признаков: анализ таблиц сопряженности	18	4		2	12
7	Методы кластерного анализа	20	6		2	12
8	Дискриминантный анализ	20	6		2	12
	Итого:	144	34		16	94

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Расщепление смеси вероятностных распределений	18	4	-	2	12
10	Метод главных компонент	26	4	6	4	12
11	Факторный анализ	24	4	4	4	12
12	Вращение факторного пространства	16	2	2	2	10
13	Многомерное шкалирование	24	4	4	4	12
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	252	52	16	32	152

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Введение

Понятие анализа данных, классификация методов анализа данных. Объект, предмет, задачи многомерного статистического анализа данных. Многомерная генеральная совокупность и ее закон

распределения. Многомерный нормальный закон распределения. Представление исходной информации в многомерном анализе.

№ 2 Оценивание и сравнение параметров многомерной генеральной совокупности

Точечное оценивание параметров распределения многомерной генеральной совокупности. Построение доверительной области для вектора (части компонент вектора) математических ожиданий нормально распределенной генеральной совокупности. Построение доверительной области для вектора параметров в форме прямоугольного параллелепипеда. Проверка гипотезы о равенстве вектора математических ожиданий нормально распределенной генеральной совокупности стандарту. Проверка гипотезы об однородности распределения двух генеральных совокупностей.

№ 3 Методы робастного оценивания

Цель разведочного анализа данных. Графические процедуры анализа данных. Проблема неоднородности данных. Обнаружение аномальных наблюдений в скалярном случае: критерий Смирнова-Граббса, критерий Граббса, критерии Титъена-Мура. Обнаружение аномальных наблюдений в многомерном случае. Методы робастного оценивания: методы оценивания Пуанкаре, Винзора и Хубера.

№ 4 Многомерный корреляционный анализ количественных признаков

Теория корреляции: определение и свойства коэффициента корреляции и корреляционной матрицы, наилучшая линейная аппроксимация одной случайной величины остальными ($k-1$) компонентами случайного вектора, функция регрессии, общая, остаточная, факторная дисперсии, корреляционное отношение, коэффициент детерминации, определение и свойства частного коэффициента корреляции. Многомерный корреляционный анализ: постановка задачи; оценка матрицы парных коэффициентов корреляции, частных коэффициентов корреляции, множественного коэффициента корреляции, коэффициента детерминации, функции регрессии; проверка гипотез о значимости характеристик связи и построение доверительных интервалов.

№ 5 Корреляционный анализ порядковых переменных: ранговая корреляция

Типы случайных величин и шкалы их измерения. Постановка задачи рангового корреляционного анализа; понятие ранга, объединенных рангов, ранжировки. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла: построение, свойства, расчет в случае объединенных рангов, проверка значимости (в т.ч. при малом объеме выборки), построение доверительных интервалов. Коэффициент конкордации: построение, свойства, расчет в случае объединенных рангов, проверка значимости (в т.ч. при малом объеме выборки).

№ 6 Корреляционный анализ номинальных признаков: анализ таблиц сопряженности

Выборочная двухфакторная таблица сопряженности: структура, свойства, интерпретация. Проверка гипотезы о независимости двух номинальных признаков. Меры связи для таблицы сопряженности 2×2 : меры связи, основанные на статистике χ^2 , меры связи, основанные на отношении преобладаний (шансов). Меры связи для таблицы сопряженности $r \times s$: меры связи, основанные на статистике χ^2 , коэффициенты Гудмена и Краскала, меры связи для таблиц сопряженности порядковых признаков.

№ 7 Методы кластерного анализа

Постановка задачи классификации без обучения (непараметрический случай). Требования к мерам сходства и расстояния между объектами. Метрики расчета расстояния между объектами. Способы расчета расстояния между классами объектов. Классификация задач кластерного анализа и основные типы кластер-процедур. Агломеративные методы кластерного анализа: метод одиночной связи, метод полных связей, метод средней связи, метод Уорда. Дивизимные методы кластерного анализа. Итерационные методы кластерного анализа: метод k -средних, метод поиска сгущений, метод взаимного поглощения. Функционалы качества разбиения.

№ 8 Дискриминантный анализ

Постановка задачи классификации с обучением (параметрический случай). Понятие класса. Функции потерь и вероятности неверной классификации, удельные потери. Построение оптимальных процедур классификации. Параметрический дискриминантный анализ в случае нормального закона распределения классов и его геометрическая интерпретация.

№ 9 Расщепление смеси вероятностных распределений

Постановка задачи классификации без обучения (параметрический случай). Понятие смеси вероятностных распределений. Решение задачи расщепления смеси вероятностных распределений сведением к схеме дискриминантного анализа. EM-алгоритм.

№ 10 Метод главных компонент

Постановка задачи снижения размерности признакового пространства, понятие меры информативности новой системы признаков. Необходимость и возможность снижения размерности признакового пространства. Определение 1-ой, 2-ой, ..., k-ой главных компонент. Оптимизационная задача для построения первой главной компоненты и процедура её решения. Основные числовые характеристики главных компонент. Матрица нагрузок и её свойства. Алгоритм оценки и проведения статистического анализа главных компонент. Матрица индивидуальных значений главных компонент. Поиск названий главных компонент.

№ 11 Факторный анализ

Постановка задачи факторного анализа, требования к общим и характерным факторам. Линейная модель факторного анализа. Разложение дисперсии в факторном анализе, понятие общности, характерности, разложение характерности в факторном анализе. Фундаментальная теорема факторного анализа, редуцированная матрица парных коэффициентов корреляции. Факторное отображение, факторная структура. Оптимизационная задача для построения первого главного фактора и её решение. Оптимизационная задача для построения второго главного фактора. Алгоритм метода главных факторов. Алгоритм оценки и проведения статистического анализа главных факторов. Методы оценки общности. Нахождение матрицы индивидуальных значений главных факторов.

№ 12 Вращение факторного пространства

Пространство общих факторов и полное факторное пространство. Взаимосвязь между факторными решениями. Виды конфигураций. Ортогональное вращение на плоскости. Ортогональное вращение многомерного факторного пространства. Косоугольное вращение. Критерии для оценки структуры обобщенных факторов.

№ 13 Многомерное шкалирование

Постановка задачи многомерного шкалирования. Сферы применения многомерного шкалирования. Представление и первичная обработка статистических данных. Метрическое многомерное шкалирование. Неметрическое многомерное шкалирование. Оценка качества и интерпретация результатов многомерного шкалирования.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Оценивание параметров распределения и проверка гипотез о параметрах многомерной генеральной совокупности	4
2	3	Методы робастного оценивания	2
3	4	Многомерный корреляционный анализ количественных признаков	2
4	5	Корреляционный анализ порядковых переменных: ранговая корреляция	2
5	6	Корреляционный анализ номинальных признаков: анализ таблиц	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		сопряженности	
6	7	Кластерный анализ	2
7	8	Параметрический дискриминантный анализ	2
8	9	Расщепление смеси вероятностных распределений	2
9	10	Метод главных компонент	4
10	11-12	Метод главных факторов. Вращение факторного пространства	6
11	13	Многомерное шкалирование	4
		Итого:	32

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-3	10	Метод главных компонент	6
4-5	11	Факторный анализ	4
6	12	Вращение факторного пространства	2
7-8	13	Многомерное шкалирование	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Методы и модели эконометрики [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.04.01 Экономика, 38.03.05 Бизнес-информатика / О.И. Бантикова, В.И. Васянина, Ю.А. Жемчужникова, А.Г. Реннер, Е.Н. Седова, О.И. Стебунова, Л.М. Туктамышева, О.С. Чудинова /под ред. А. Г. Реннера. - Ч. 1. Анализ данных. - Оренбург : ОГУ, 2015.

2. Методы и модели эконометрики [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.04.01 Экономика, 38.03.05 Бизнес-информатика / под ред. А. Г. Реннера ; [О. И. Бантикова и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2017. Т. 1: Анализ данных. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 235 с.

3. Методы и модели эконометрики [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 01.03.04 Прикладная математика, 38.04.01 Экономика, 38.03.05 Бизнес-информатика / под ред. А. Г. Реннера ; [О. И. Бантикова и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2017. Т. 2: Анализ данных. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 348 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики: учебник для вузов: в 2 т. / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. – 656 с.

2. Большаков, А. А. Методы обработки многомерных данных и временных рядов: учеб. пособие для вузов / А. А. Большаков, Р. Н. Каримов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 522 с.

3. Крутиков, В.Н. Анализ данных: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.Н. Крутиков, В.В. Мешечкин. – Кемерово, 2014. – 170 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=278426

4. Математическое моделирование: исследование социальных, экономических и экологических процессов (региональный аспект) [Комплект] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по экономическим направлениям подготовки /

[О. И. Бантикова, В. И. Васянина, Ю. А. Жемчужникова, А.Г. Реннер, Е.Н. Седова, О.И. Стебунова, Л.М. Туктамышева, О.С. Чудинова]; под ред. А. Г. Реннера; Рекомендовано Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по экономическим направлениям подготовки. - 2-е изд. - Оренбург : Университет, 2014. - 367 с.

5. Чубукова, И.А. Data Mining / И.А. Чубукова. - 2-е изд., испр. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 383 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233055>

Методическая литература

1. Чудинова, О.С. Анализ таблиц сопряженности в пакетах Statistica, СНИ, Excel [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам, практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / О.С. Чудинова; Оренбургский гос. ун-т.– Оренбург: ОГУ, 2014. – 57 с.

2. Бантикова, О. И. Методы кластерного анализа. Классификация без обучения (непараметрический случай): метод. указания к лаб. практикуму, курсовой работе, диплом. проектированию и самостоят. работе студентов специальности 080116.65, направлений подготовки 231300.62, 080500.62 / О. И. Бантикова, Е. Н. Седова, О. С. Чудинова. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 91с.

3. Реннер, А. Г. Параметрический дискриминантный анализ в пакетах Statistica, Stata, Excel: метод. указания к лаб. практикуму, курсовой работе, дипломному проектированию и самостоят. работе студентов / А. Г. Реннер, О. С. Чудинова. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 50с.

4. Реннер, А.Г. Снижение размерности признакового пространства методом главных компонент в пакетах Statistica, Stata, Excel: методические указания к лабораторным работам, практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / А.Г. Реннер, О.С. Чудинова; Оренбургский гос. ун-т.– Оренбург: ОГУ, 2013. – 46 с.

5. Чудинова, О. С. Анализ данных [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, 01.03.04 Прикладная математика / О. С. Чудинова, О. И. Бантикова, В. И. Васянина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. мат. методов и моделей в экономике. - Оренбург: ОГУ. - 2018. - 15 с.

6. Чудинова, О.С. Расщепление смеси вероятностных распределений в пакете Statistica и среде RStudio [Электронный ресурс]: методические указания / О.С. Чудинова; Оренбургский гос. ун-т.– Оренбург: ОГУ, 2018. – 38 с.

5.3 Периодические издания

1. Вопросы статистики : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.
2. Экономическая наука современной России : информационный бюллетень: журнал. - М.: ВИНТИ, 2018.
3. Маркетинг и маркетинговые исследования : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. www.gks.ru – Федеральная служба государственной статистики;
2. <http://www.machinelearning.ru> – профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных;
3. <https://r-analytics.blogspot.com> – R: Анализ и визуализация данных;
4. <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/machine-learning> – видеолекции курса «Машинное обучение»;
5. <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm> – электронный учебник по статистике (работа в ППП «Statistica»)
6. <https://www.intuit.ru/studies/courses/1153/318/info> - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», онлайн-курс «Статистические методы анализа данных» (Автор: Е. Горяинова)

7. <https://www.intuit.ru/studies/courses/11246/1131/info> - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», онлайн-курс «Обработка экспериментальных данных» (Автор Т. Коваленко)
8. <https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/info> - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», онлайн-курс «Data Mining» (Автор: И. Чубукова)
9. <https://www.intuit.ru/studies/courses/546/402/info> - Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», онлайн-курс «Прикладная статистика» (Автор: А. Орлов)
10. <https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie> - Образовательная платформа Coursera, онлайн-курс «Введение в машинное обучение»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Лицензионное программное обеспечение

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 – English
4. Программное обеспечение для статистических исследований STATISTICA Advanced for Windows v.7 En, состоящая из трех блоков STATISTICA Base + Multivariate; Exploratory Techiques + Advanced; Linear/Non-Linear Models +Power Analysis
5. Программное обеспечение для статистических исследований Stata/IC 11.0

Свободно распространяемое программное обеспечение

1. Свободное статистическое программное обеспечение для анализа данных (с открытым исходным кодом в рамках проекта GNU) R
2. Свободная среда разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом для языка программирования R Rstudio
3. Проект AtteStat Программное обеспечение анализа данных AtteStat

Профессиональные базы данных

1. SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ
2. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс]: информационно-правовая система. – Режим доступа: <http://pravo.fso.gov.ru/ips/>, в локальной сети ОГУ
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2018]. – Режим доступа: \\fileserv1\!CONSULT\cons.exe, в локальной сети ОГУ
3. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. – Москва, [1990–2018]. – Режим доступа: \\fileserv1\GarantClient\garant.exe, в локальной сети ОГУ

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой подключенной к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.