

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


* Т.А. Хагуров

подпись

«26» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.27 Алгоритмы статистического анализа данных

Специальность: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Специализация: Фундаментальная математика и её приложения;
Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель.

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.27 АЛГОРИТМЫ
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ составлена в соответствии с
федеральным государственным образовательным стандартом высшего
образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01
Фундаментальные математика и механика

Программу составил(и):
Дорошенко О. В., доцент, к. ф.-м. н.



Рабочая программа дисциплины Б1.О.27 АЛГОРИТМЫ
СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ утверждена на заседании
кафедры ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ
протокол № 10 «18» апреля 2023 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Голуб М. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
математики и компьютерных наук
протокол № 8 «27» апреля 2023 г.
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



Рецензенты:

Фоменко С. И., кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник
института математики, механики и информатики, КубГУ

Аношко Михаил Викторович,
Генеральный директор ООО «УК АЙСТРИМ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование навыков решения основных классов задач прикладной математической статистики и анализа данных с использованием программных средств.

1.2 Задачи дисциплины

- изучить типологизацию задач анализа данных в зависимости от формы задания исходных данных и спецификации критерия качества метода;
- разобрать основные алгоритмы решения задач статистического анализа данных;
- научить разрабатывать программную реализацию основных классов задач анализа данных с последующей интерпретацией получаемых статистических выводов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы статистического анализа данных» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные по следующим дисциплинам: математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика, теория случайных процессов, технология программирования и работа на электронно-вычислительной машине (ЭВМ). Знания, полученные в рамках данной дисциплины, используются в дальнейшем при изучении многомерного статистического анализа и математических методов машинного обучения.

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
ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	
ИОПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Знает постановку основных задач статистического анализа данных, типы данных, основные процедуры статистического анализа данных.
	Умеет анализировать содержательную сущность исследуемой зависимости между статистическими данными, применять вероятностно-статистический и логико-алгебраический подходы к анализу исходных статистических данных.
	Владеет логической схемой статистического анализа и имеет навыки реализации основных этапов исследования.
ОПК-2 Способен создавать, анализировать и реализовывать новые математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении	
ИОПК-2.1. Знает математические модели стандартных задач в области профессиональной деятельности	Знает соответствие методов и моделей анализа данных от формы задания исходных данных и типа критерия информативности, типологизацию методов классификации объектов, основные принципы построения регрессионных моделей.
	Умеет определять алгоритм статистического анализа по природе экзогенных и эндогенных переменных и практически применять аппарат статистического исследования зависимостей.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Обладает навыками реализации алгоритмов основных типовых задач практики статистического моделирования данных.
ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	
ИОПК-5.1. Реализует алгоритмы с использованием современных средств разработки прикладного программного обеспечения	Знает программное обеспечение и вычислительные аспекты алгоритмов реализации методов и оценивания моделей статистического анализа данных.
	Умеет организовывать вычисления, с использованием прикладных программных средств, различных алгоритмов статистической обработки данных.
	Владеет навыками программной реализации методов исследования статистических зависимостей данных и оценки скорости сходимости процедур.

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 3 зачетных единиц (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения			
			очная		очно-заочная	заочная
			7 семестр (часы)	– семестр (часы)	– семестр (часы)	– курс (часы)
Контактная работа, в том числе:		58,2	58,2			
Аудиторные занятия (всего):		52	52			
занятия лекционного типа		18	18			
лабораторные занятия		34	34			
Иная контактная работа:		6,2	6,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		49,8	49,8			
<i>Контрольная работа</i>		21	21			
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т. д.)</i>		28,8	28,8			
Подготовка к текущему контролю		–	–			
Контроль:		–	–			
Подготовка к экзамену		–	–			
Общая трудоёмкость	час.	108	108			
	в том числе контактная работа	58,2	58,2			
	зач. ед	3	3			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		
			Л	ПЗ	ЛР
1.	Программное обеспечение статистического анализа данных		4		6
2.	Разведывательный анализ данных		2		4
3.	Регрессия и предсказание		2		4
4.	Методы распознавания образов и классификации объектов		4		8
5.	Статистическое машинное обучение		2		4
	ИТОГО по разделам дисциплины	101,8	18		34
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6			
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2			
	Подготовка к текущему контролю	–			
	Общая трудоемкость по дисциплине	108			

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.	Программное обеспечение статистического анализа данных	Использование языка R для статистической обработки данных. Типы данных языка R. Организация вычислений: функции, ветвления, циклы. Векторизованные вычисления в R с использованием apply-функций. Базовые графические возможности R. Пакеты в R.	<i>T</i>
2.	Разведывательный анализ данных	Элементы структурированных данных. Оценки центрального положения и вариабельности. Разведывание распределения данных. Двоичные и категориальные данные. Корреляции. Визуализация множественных переменных.	<i>K</i>
3.	Регрессия и предсказание	Классическая линейная регрессия: парная и множественная. Предсказание с использованием регрессии. Интерпретация уравнения регрессии. Случаи гетероскедастичности и коррелированности ошибок регрессии. Сплайновая регрессия.	<i>K</i>
4.	Методы распознавания образов и классификации объектов	Сущность задач классификации объектов. Классификация при наличии обучающих выборок. Функции потерь и вероятности неправильной классификации. Параметрический случай классификации без обучения. Схема автоматической классификации в рамках модели расщепление смеси вероятностных распределений. Параметрический случай классификации без обучения. Меры близости объектов. Функционалы качества разбиения. Основные типы задач кластер-анализа и основные типы кластер-процедур.	<i>T</i>
5.	Статистическое машинное обучение	Метод k ближайших соседей, метрики расстояния. Древесные модели. Бэггинг и случайный лес, гиперпараметры. Бустинг, регуляризация.	<i>T</i>

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
---	-----------------------------	------------------------	-------------------------

1.	Программное обеспечение статистического анализа данных	Импортирование данных в R, работа с данными. Поиск соответствующих функций и пакетов. Структура данных, векторная арифметика. Создание графиков и диаграмм. Использование мастера отчетов. Первичная статистическая обработка данных.	ЛР
2.	Разведывательный анализ данных	Элементы структурированных данных. Оценки центрального положения и вариабельности. Разведывание распределения данных. Двоичные и категориальные данные. Корреляции. Визуализация множественных переменных.	ЛР
3.	Регрессия и предсказание	Классическая линейная регрессия: парная и множественная. Предсказание с использованием регрессии. Интерпретация уравнения регрессии. Случаи гетероскедастичности и коррелированности ошибок регрессии. Сплайновая регрессия.	КР
4.	Методы распознавания образов и классификации объектов	Сущность задач классификации объектов. Классификация при наличии обучающих выборок. Функции потерь и вероятности неправильной классификации. Параметрический случай классификации без обучения. Схема автоматической классификации в рамках модели расщепление смеси вероятностных распределений. Параметрический случай классификации без обучения. Меры близости объектов. Функционалы качества разбиения. Основные типы задач кластер-анализа и основные типы кластер-процедур.	РГЗ
5.	Статистическое машинное обучение	Метод k ближайших соседей, метрики расстояния. Древесные модели. Бэггинг и случайный лес, гиперпараметры. Бустинг, регуляризация.	РГЗ

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

При изучении дисциплины применяется электронное обучение (проектор и ЭВМ), дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

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	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий	Онлайн-курс «Анализ данных». – Новосибирский государственный университет. – URL: https://www.coursera.org/specializations/analiz-dannykh Онлайн-курс «R для лингвистов: программирование и анализ данных». – НИУ ВШЭ. – URL: https://openedu.ru/course/hse/RLING/
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Статистический портал StatSoft о современных методах анализа, прогнозирования, классификации, визуализации и добычи данных – URL http://www.statistica.ru
3	Подготовка к коллоквиуму	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya
4	Выполнение расчетно-графических заданий и контрольных работ	Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий, утвержденные на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №8 от 29.06.2017 г. Режим доступа: http://docspace.kubsu.ru/docspace/handle/1/1125

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, практические занятия, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

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 «Алгоритмы статистического анализа данных».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, разноуровневых заданий, отчетов по индивидуальным и проектно-групповым заданиям* 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	ИОПК-5.1. Реализует алгоритмы с использованием современных средств	Знает программное обеспечение и вычислительные аспекты алгоритмов реализации	<i>Тест №1</i>	<i>Вопрос на зачете 1-3</i>

	разработки прикладного программного обеспечения	методов и оценивания моделей статистического анализа данных.		
2	ИОПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Знает постановку основных задач статистического анализа данных, типы данных, основные процедуры статистического анализа данных.	<i>РГЗ №1</i> <i>Вопросы на коллоквиуме 1-3</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
3	ИОПК-2.1. Знает математические модели стандартных задач в области профессиональной деятельности	Умеет определять алгоритм статистического анализа по природе экзогенных и эндогенных переменных и практически применять аппарат статистического исследования зависимостей.	<i>РГЗ №2</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
4	ИОПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	Умеет анализировать содержательную сущность исследуемой зависимости между статистическими данными, применять вероятностно-статистический и логико-алгебраический подходы к анализу исходных статистических данных.	<i>Вопросы на коллоквиуме 15 - 23</i> <i>Тест №3</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
5	ИОПК-5.1. Реализует алгоритмы с использованием современных средств разработки прикладного программного обеспечения	Умеет организовывать вычисления, с использованием прикладных программных средств, различных алгоритмов статистической обработки данных.	<i>КР №1</i> <i>РГЗ №3</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
6	ИОПК-2.1. Знает математические модели стандартных задач в области профессиональной деятельности	Знает соответствие методов и моделей анализа данных от формы задания исходных данных и типа критерия информативности, типологизацию методов классификации объектов, основные принципы построения регрессионных моделей.	<i>Тест №2</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
7	ИОПК-2.1. Знает математические модели стандартных задач в области профессиональной деятельности	Обладает навыками реализации алгоритмов основных типовых задач практики статистического моделирования данных.	<i>РГЗ №4</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>
8	ИОПК-1.1. Способен находить, формулировать и	Владеет навыками программной реализации методов исследования	<i>Тест №4</i>	<i>Вопрос на зачете 1-32</i>

	решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	статистических зависимостей данных и оценки скорости сходимости процедур.		
9	ИОПК-5.1. Реализует алгоритмы с использованием современных средств разработки прикладного программного обеспечения	Владеет навыками программной реализации методов исследования статистических зависимостей данных и оценки скорости сходимости процедур.	РГЗ №3	Вопрос на зачете 26-32

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
Примерный перечень вопросов и заданий

Контрольная работа

Тип 1

1) По агломеративному алгоритму провести классификацию $n=5$ фермерских хозяйств, работа которых характеризуется показателями объема реализованной продукции: x_1 - растениеводства и x_2 - животноводства с 1 га пашни

n	1	2	3	4	5
x_1	2.49	1.51	1.17	1.67	2.73
x_2	0.38	0.51	0.28	0.29	0.34

В качестве расстояния между объектами принять обычное евклидово расстояние, а расстояния между кластерами измерять по принципу:

- "ближайшего соседа";
- "дальнего соседа",

Сравнить разбиение на два кластера по критерию минимума суммы внутриклассовых дисперсий. Исходные данные не нормализовывать.

2) По эффективности работы выделены две группы, состоящие из $n_x = 4$ и $n_y = 5$ ферм. Для этих групп по показателям производительности труда и объема реализованной продукции растениеводства с 1га получены оценки векторов средних

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} 6.47 \\ 1.34 \end{pmatrix}, \quad \bar{Y} = \begin{pmatrix} 4.02 \\ 1.02 \end{pmatrix}$$

и ковариационных матриц

$$S_x = \begin{pmatrix} 1.09 & 0.25 \\ 0.25 & 0.04 \end{pmatrix}, \quad S_y = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.14 \\ 0.14 & 0.26 \end{pmatrix}$$

Вычислить значения дискриминантной функции для ферм, показатели которых представлены в матрице

$$Z = \begin{pmatrix} 4.98 & 0.69 \\ 5.27 & 0.27 \end{pmatrix}$$

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

- 1) Содержание и основные этапы многомерного статистического анализа.
- 2) Задачи и методы многомерного статистического анализа.
- 3) Многомерное признаковое пространство.
- 4) Классификация как необходимый предварительный этап статистической обработки многомерных данных.
- 5) Классификация в задачах планирования выборочных обследований.

- 6) Систематизация задач в соответствии с конечными прикладными целями исследования.
- 7) Тип задач классификации
- 8) Варианты конечных прикладных целей исследования для данного типа задач классификации.
- 9) Классификация задач разбиения объектов на однородные группы в зависимости от наличия априорной и предварительной выборочной информации
- 10) Класс как генеральная совокупность.
- 11) Функции потерь и вероятности неправильной классификации.
- 12) Параметрический дискриминантный анализ.
- 13) Параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов.
- 14) Типы кластеров. Расстояние между объектами и мера близости.
- 15) Расстояния между кластерами. Функционалы качества разбиения на классы.
- 16) Модель главных компонент. Матрица нагрузок главных компонент. Геометрическая интерпретация главных компонент.
- 17) Свойство наилучшей самовоспроизводимости главных компонент. Свойство наименьшего искажения геометрической структуры.
- 18) Статистические свойства выборочных главных компонент.
- 19) Построение доверительных интервалов для собственных чисел выборочной ковариационной матрицы.
- 20) Корреляционный анализ. Частная корреляция.
- 21) Модель парной регрессии. Основные предположения эконометрического моделирования.
- 22) Парная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Теорема Гаусса- Маркова. Интерпретация уравнения регрессии.
- 23) Коэффициент корреляции парной регрессии и его связь с коэффициентом регрессии. Свойства коэффициента корреляции.
- 24) Методы оценки параметров для линейной регрессионной модели.
- 25) Анализ вариации зависимой переменной. Коэффициент детерминации R
- 26) Доверительные интервалы для зависимой переменной.
- 27) Определение КНЛММР. Предпосылки МНК, последствия их невыполнимости.
- 28) Алгоритм определения коэффициентов МЛР по МНК в матричной форме.
- 29) Интервальные оценки параметров множественной регрессии. Проверка их значимости.
- 30) Интервальные оценки функции множественной регрессии.
- 31) Скорректированный коэффициент детерминации.
- 32) Частные уравнения множественной регрессии. Коэффициенты эластичности

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает вопросы основного учебно-программного материала, допускает незначительные ошибки; студент умеет обоснованно применять и правильно реализовывать алгоритмы статистического анализа данных; справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется реализовывать базовые алгоритмы статистического анализа данных, довольно ограниченный объем выполненных заданий, предусмотренных программой дисциплины.

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. Анализ данных : учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 490 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00616-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469022>

2. Крянев, А. В. Метрический анализ и обработка данных / А. В. Крянев, Г. В. Лукин, Д. К. Удумян. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 308 с. — ISBN 978-5-9221-1068-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59523>

3. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников: учебное пособие / А. И. Кобзарь. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 816 с. — ISBN 978-5-9221-1375-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59747>

4. Буховец, А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R: учебное пособие / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1802-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168872>

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

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 «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. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
7. 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. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Курсы ведущих вузов России" <http://www.openedu.ru/>;
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
4. Онлайн-курсы и сертификаты от ведущих вузов мира <https://ru.coursera.org/>.

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;>
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)

– *Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся.*

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата,

программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение о самостоятельной работе студентов (утверждено приказом № 272 КубГУ от 03 марта 2016 г.).

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)

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	Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Компьютеры	

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)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ИС 6, ИС 7)	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)	
--	--	--