

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.07.2025 14:16:08

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1229917e799a70e51517ff6d591

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Европейский университет в Санкт-Петербурге»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Волков В.В./

« 25 » июля 2025 г.

Протокол Ученого Совета

№ 6 от 25 июля 2025 г.



Рабочая программа дисциплины
«Высшая математика и введение в статистику»

дополнительная профессиональная программа
«Прикладной анализ данных»

вид программы
программа профессиональной переподготовки

язык обучения – русский
форма обучения – очная

Санкт-Петербург

Авторы:

Котельников Е.В., доктор технических наук, профессор Школы вычислительных социальных наук АНООВО «ЕУСПб»

Рабочая программа дисциплины «Высшая математика и введение в статистику», входящая в состав дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки «Прикладной анализ данных» утверждена на заседании Ученого совета университета.

Содержание

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	8
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА.....	10
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
7. ПРОГРАММНОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	14

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель обучения: освоения дисциплины «Высшая математика и введение в статистику» — изучение (закрепление) основ высшей математики, формирование представлений о базовых элементах и навыков работы с ними.

Задачи обучения:

- знакомство с понятием вектора и с понятием матрицы;
- получение навыков выполнения базовых операций с векторами и матрицами;
- знакомство с понятием сингулярного разложения матрицы, области его применения;
- знакомство с понятием логарифма, основными операциями с ними;
- знакомство с понятием производной (полной, частной);
- получение навыков вычисления производной основных функций - полиномиальных, тригонометрических, сложных;
- знакомство с алгоритмом градиентного спуска;
- знакомство с алгоритмом обратного распространения
- формирование навыков практического применения освоенных методов;
- изучение базовых статистических концепций и категорий;
- приобретение навыков формулирования научных задач и гипотез в количественной парадигме

Изучение данной дисциплины способствует формированию профессиональных навыков по разработке теоретических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к сфере профессиональной деятельности, их исследованию, оценке и интерпретации полученных результатов.

Отличительной особенностью реализуемого подхода к преподаванию дисциплины является разнообразие практических иллюстраций основных теоретических положений.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 118 часов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения и (или) получения новых профессиональных компетенций:

слушатель должен знать:

- понятие вектора и понятие матрицы;
- понятие сингулярного разложения матрицы, области его применения;
- понятие логарифма, основные операции с ними;
- понятие производной (полной, частной);
- алгоритмы градиентного спуска
- базовые статистические концепции и категории;
- общие правила ведения научных дискуссий.

слушатель должен уметь:

- проводить основные операции с логарифмами;
- проводить основные операции с производными;
- работать с алгоритмами обратного распространения
- использовать основы статистики для реализации задач профессиональной деятельности;
- правильно оформлять и представлять результаты исследований.

слушатель должен владеть:

- навыками выполнения базовых операций с векторами и матрицами;
- навыками вычисления производной основных функций - полиномиальных, тригонометрических, сложных.

- практического применения освоенных методов;
- способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины «Высшая математика и введение в статистику» слушатель приобретает следующие профессиональные компетенции (Таблица 1):

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Код и название компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1	способен использовать современные информационные технологии и программные средства, при решении задач профессиональной деятельности	Знать: З (ОПК-1) – современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.
		Уметь: У (ОПК-1) – выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности
		Владеть: В (ОПК-1) - навыками применения современных информационных технологий и программных средств, при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1	способен разрабатывать методики выполнения аналитических работ	Знать: З (ПК-1) – современные методики аналитических работ в изучаемой сфере
		Уметь: У (ПК-1) – разрабатывать методики выполнения аналитических работ
		Владеть: В (ПК-1) - навыками выполнения аналитических работ в соответствии с современными методиками

3. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, навыки – далее ЗУВ) в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с табл. 1)
1	Векторы и матрицы	Определение вектора. Операции с векторами. Длина вектора и расстояние между векторами. Определение матрицы. Собственные векторы, собственные числа. Операции с матрицами - сложение, умножение, диагонализация. Обратная матрица	ОПК-1 ПК-1	З (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) З (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
2	Сингулярное разложение матрицы	Сингулярное разложение матрицы, область применимости	ОПК-1 ПК-1	З (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) З (ПК-1)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с табл. 1)
				У (ПК-1) В (ПК-1)
3	Функции и логарифмы	Функции, глобальные и локальные экстремумы функции. Определение логарифма. Натуральный, десятичный логарифм. Графическое представление	ОПК-1 ПК-1	3 (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) 3 (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
4	Производные	Определение предела. Определение производной. Геометрический смысл производной. Полная производная. Частная производная. Производная тригонометрических функций. Производная сложной функции. Градиент	ОПК-1 ПК-1	3 (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) 3 (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
5	Градиентный спуск	Знакомство с алгоритмом градиентного спуска, область применения, графическое представление	ОПК-1 ПК-1	3 (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) 3 (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)
6	Обратное распространение	Знакомство с алгоритмом обратного распространения, область применения, графическое представление	ОПК-1 ПК-1	3 (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) 3 (ПК-1) У (ПК-1) В (ПК-1)

Структура дисциплины

Таблица 3.

№ п/п	Наименование и содержание тем	Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Всего	Аудиторная работа по видам учебных занятий		СР ¹	
				Л	СЗ ²		
1.	Векторы и матрицы	Определение вектора. Операции с векторами. Длина вектора и расстояние между векторами. Определение матрицы. Собственные векторы, собственные числа. Операции с матрицами - сложение, умножение, диагонализация. Обратная матрица	7	3	2	2	Практические задания
2.	Сингулярное разложение матрицы	Сингулярное разложение матрицы, область применимости	7	2	3	2	

¹ Самостоятельная работа, включает в себя часы на промежуточный контроль

² Могут включать в себя: лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации

№ п/п	Наименование и содержание тем	Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Всего	Аудиторная работа по видам учебных занятий		СР ¹	
				Л	СЗ ²		
3.	Функции и логарифмы	Функции, глобальные и локальные экстремумы функции. Определение логарифма. Натуральный, десятичный логарифм. Графическое представление	14	6	4	4	
4.	Производные	Определение предела. Определение производной. Геометрический смысл производной. Полная производная. Частная производная. Производная тригонометрических функций. Производная сложной функции. Градиент	14	4	6	4	
5.	Градиентный спуск	Знакомство с алгоритмом градиентного спуска, область применения, графическое представление	10	4	2	4	
6.	Обратное распространение	Знакомство с алгоритмом обратного распространения, область применения, графическое представление	10	4	2	4	
7.	Описательные статистики и графическая репрезентация данных	классификация переменных: качественные и количественные, дискретные и непрерывные; алгебраические локация и разброс: среднее, дисперсия, среднеквадратичное отклонение; структурные локация и разброс: мода, медиана, квартили, квантили, межквартильный размах; графические методы представления данных: бокс- плот с выбросами, отличие столбиковой диаграммы от гистограммы, плотность частоты; скошенность данных и способы её измерить.	12	5	5	2	Домашние задания
8.	Теория вероятностей	ключевые определения: эксперимент, исходы, вероятностное пространство, события, вероятность; экспериментальная вероятность как частота,	18	7	10	1	

№ п/п	Наименование и содержание тем	Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Всего	Аудиторная работа по видам учебных занятий		СР ¹	
				Л	СЗ ²		
		геометрическая интуиция вероятности; репрезентация вероятностного пространства диаграммами Эйлера и Венна, разница между ними; формула сложения вероятностей для двух событий; формула условной вероятности; независимость событий; формула полной вероятности; формула Байеса, байесова ловушка и её интуитивное объяснение					
9.	Случайные величины	дискретные и непрерывные случайные величины; распределение дискретных случайных величин: определение, свойства, табличная запись, кумулятивная функция вероятности; распределение непрерывных случайных величин: функция плотности вероятности и кумулятивная функция распределения; математическое ожидание и дисперсия: расчёт для дискретных, общий концепт для непрерывных случайных величин; Биномиальное распределение: расчет коэффициентов, интерпретация отдельных вероятностей и интервалов; некоторые часто употребляемые распределения с примерами	16	7	8	1	
10.	Промежуточная аттестация		10	0	0	10	Зачет / Опрос по вопросам (устно)
Всего:			118	42	42	34	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Общие положения.

Знания и навыки, полученные в результате лекций и семинарских занятий, закрепляются и развиваются в результате повторения материала, усвоенного в аудитории, путем чтения

исследовательской литературы (из списков основной, дополнительной), статей по проблематике занятия и их анализа.

Самостоятельная работа обучающегося представляет самостоятельное изучение дополнительных материалов, Интернет-ресурсов и пр. Подготовка к семинарским занятиям, выполнение практических заданий, создание докладов, проектов и презентаций также является важной формой работы обучающихся. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя. Вопросы и замечания, возникшие в ходе самостоятельного внеаудиторного чтения рекомендованной литературы, обсуждаются с преподавателем и другими обучающимися. Выносятся на обсуждение, как правило, актуальные проблемы и предлагается их рассмотреть с точки зрения того или иного теоретического подхода.

На занятиях материал излагается в проблемной форме. Основной упор в преподавании делается на изучение теоретических понятий и возможности их применения на конкретных примерах, в том числе в устных выступлениях обучающихся.

Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся.

- какие ограничения существуют на операции с матрицами?
- с какой целью осуществляется сингулярное разложение матриц?
- как перейти от десятичного логарифма к натуральному?
- в чем геометрический смысл производной полинома второго порядка?
- в каких типах задач используется метод градиентного спуска?
- в каких типах задач используется метод обратного распространения?
- в каких случаях для описания датасета лучше использовать алгебраические меры локации и разброса (среднее, дисперсия, среднеквадратичное отклонение), а в каких — структурные (медиана, квартили, межквартильный размах)?
- как найти вероятность из списка ниже, если мы знаем три других: «вероятность события А, вероятность события Б, вероятность их пересечения, вероятность их объединения»? Все вероятности определены на одном вероятностном пространстве.
- как определить независимость событий, зная их вероятности и вероятность их пересечения?
- зависит ли распределение выборочного среднего для фиксированного размера выборки от распределения генеральной совокупности?
- для какого сочетания объясняющих и объясняемых переменных применяется логистическая регрессия?

Источники для самостоятельной подготовки:

- Жукова, Г. С. Аналитическая геометрия. Векторная и Высшая математика и введение в статистику: учебное пособие / Г.С. Жукова, М.Ф. Рушайло. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 415 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-108299-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1067421> . – Режим доступа: по подписке.
- Ржевский, С. В. Высшая математика I: Высшая математика и введение в статистику и аналитическая геометрия : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 211 с. - ISBN 978-5-16-108269-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1065260> . – Режим доступа: по подписке.
- Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход/ЛемешкоБ.Ю., ЛемешкоС.Б., ПостоваловС.Н. и др. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 888 с.: ISBN 978-5-7782-1590-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548140> . – Режим доступа: по подписке.
- Богданов, Е. П. Интеллектуальный анализ данных : практикум для магистрантов

направления 09.04.03 «Прикладная информатика» профиль подготовки «Информационные системы и технологии корпоративного управления» / Е. П. Богданов. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 112 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087885> . – Режим доступа: по подписке

- Введение в статистическое обучение с примерами на языке R / Е. Джеймс, Д. Уитгон, Т. Хасты, Р.В. Тибишани ; пер. с англ. С.Э. Мостицкого. - 2-е изд., испр. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 456 с. - ISBN 978-5-97060-495-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027867>
- Социально-экономическая статистика: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Я.С. Мелкумов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 236 с. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=366756>
- Общая теория статистики: Учебное пособие / С.Н. Лысенко, И.А. Дмитриева. - Изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 219 с. - [Электронный ресурс]. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=397795>
- Программные системы статистического анализа: обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python : [16+] / В.М. Волкова, М.А. Семенова, Е.С. Четвертакова, С.С. Вожов ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 74 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576496>

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Проведение текущего контроля в рамках реализации данной дисциплины проходит в соответствии с Таблицей 3 данной рабочей программы дисциплины по основным понятиям (категориям) и проблемам, рассматриваемым в предложенных темах. Фиксация результатов текущего контроля в рамках реализации данной дисциплины не предусмотрена.

Типовые задания к текущей аттестации (практические задания).

Тема 1. Векторы и матрицы.

Практическое задание 1: слушателям предлагается решить вычислительные примеры на основные операции с векторами и матрицами.

Тема 2. Сингулярное разложение матрицы.

Практическое задание 2: слушателям предлагается выполнить сингулярное разложение.

Тема 3. Функции и логарифмы.

Практическое задание 3: слушателям предлагается вычисление логарифмов, смена оснований в логарифмах.

Тема 4 Производные.

Практическое задание 4: слушателям предлагается сделать вычисление производной различных функций.

Тема 5. Градиентный спуск.

Практическое задание 5. слушателям предлагается произвести нахождение экстремума методом градиентного спуска.

Тема 6. Обратное распространение.

Практическое задание 6. слушателям предлагается произвести детальный разбор примеров использования алгоритма.

Тема 7. Описательные статистики и графическая репрезентация данных

Домашнее задание 1.

- рассчитайте меры локации и разброса для представленного датасета;
- определите скошенность датасета по построенной для него диаграмме размаха;
- определите вероятность попадания величины в интервал по гистограмме.

Тема 8. Теория вероятностей

Домашнее задание 2.

- найдите вероятность пересечения двух событий, если известны их вероятности и что они независимы;
- определите независимы ли события по данным вероятностям этих событий и вероятности дополнения к их объединению;
- покажите, как из формулы условной вероятности следует, что вероятность пересечения независимых событий равна произведению их вероятностей;
- найдите вероятность пересечения двух событий, если известны вероятность одного из них при условии другого и вероятность события-условия.

Тема 9. Случайные величины

Домашнее задание 3.

- найдите неизвестную вероятность для одного из значений дискретной случайной величины, если известны вероятности всех других значений;
- при заданном распределении вероятностей дискретной случайной величины с конечным носителем найдите вероятность попадания результата эксперимента в определённый интервал;
- найдите вероятность определённого числа успехов или неудач при заданных количестве повторений эксперимента по схеме Бернулли и вероятности успеха;
- для биномиального распределения с заданным количеством повторений эксперимента по схеме Бернулли и вероятностью успеха найдите вероятность попадания количества успехов в определённый интервал.

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
Практическое задание	к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено слушатель выполняет задание частично или с существенными недочётами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено, полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями
Домашнее задание	слушатель выполняет задание частично или с существенными недочётами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено, полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено

Форма промежуточной аттестации – зачет, выставляемый на основе устного опроса.

При аттестации используются система «зачтено» и «не зачтено» в соответствии с критериями оценивания.

В результате промежуточного контроля знаний обучающиеся получают аттестацию по дисциплине.

Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе промежуточной аттестации

Таблица 4

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
зачет / устный ответ на вопросы	ОПК-1 ОПК-2	З (ОПК-1) У (ОПК-1) В (ОПК-1) У (ОПК-2) В (ОПК-2)	Слушатель дает ответы на вопросы билета, для которых характерно: <ul style="list-style-type: none"> – глубокое усвоение программного материала, – изложение его исчерпывающе, последовательно, четко, – умение делать обоснованные выводы, – соблюдение норм устной и письменной литературной речи. 	зачтено
			Слушатель представляет ответ на вопрос билета, свидетельствующий о некомпетентности магистранта, при следующих параметрах ответа: <ul style="list-style-type: none"> – незнание значительной части программного материала, – наличие существенных ошибок в определениях, формулировках, понимании теоретических положений; – бессистемность при ответе на поставленный вопрос, – отсутствие в ответе логически корректного анализа, аргументации, классификации, наличие нарушений норм устной и письменной литературной речи. 	не зачтено

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «зачтено», показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций.

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «не зачтено», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине.

Типовые вопросы к промежуточной аттестации.

- геометрический смысл производной.
- графическое представление
- длина вектора и расстояние между векторами.
- знакомство с алгоритмом градиентного спуска, область применения, графическое представление
- знакомство с алгоритмом обратного распространения, область применения, графическое представление.
- натуральный, десятичный логарифм.
- обратная матрица
- операции с векторами.
- операции с матрицами - сложение, умножение, диагонализация.
- определение вектора
- классификация переменных: качественные и количественные, дискретные и непрерывные;
- алгебраические локация и разброс: среднее, дисперсия, среднее квадратичное

- отклонение;
- структурные локация и разброс: мода, медиана, квартили, квантили, межквартильный размах;
- графические методы представления данных: бокс-плот с выбросами, отличие столбиковой диаграммы от гистограммы, плотность частоты;
- скошенность данных и способы её измерить;
- ключевые определения: эксперимент, исходы, вероятностное пространство, события, вероятность;
- экспериментальная вероятность как частота, геометрическая интуиция вероятности;
- репрезентация вероятностного пространства диаграммами Эйлера и Венна, разница между ними;
- формула сложения вероятностей для двух событий;
- формула условной вероятности;
- независимость событий;
- формула полной вероятности;
- формула Байеса, байесова ловушка и её интуитивное объяснение;
- дискретные и непрерывные случайные величины;
- распределение дискретных случайных величин: определение, свойства, табличная запись, кумулятивная функция вероятности;
- распределение непрерывных случайных величин: функция плотности вероятности и кумулятивная функция распределения;
- математическое ожидание и дисперсия: расчёт для дискретных, общий концепт для непрерывных случайных величин;
- статистический бум конца XIX века и полидетерминистическая интерпретация нормального распределения.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

- Жукова, Г. С. Аналитическая геометрия. Векторная и Высшая математика и введение в статистику: учебное пособие / Г.С. Жукова, М.Ф. Рушайло. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 415 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-108299-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1067421> . – Режим доступа: по подписке.
- Ржевский, С. В. Высшая математика I: Высшая математика и введение в статистику и аналитическая геометрия : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 211 с. - ISBN 978-5-16-108269-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1065260> . – Режим доступа: по подписке.
- Введение в статистическое обучение с примерами на языке R: Практическое пособие / Д.Гарет и др.-М.:ДМК Пресс,2017.-456 с.(П)
- Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход/ЛемешкоБ.Ю., ЛемешкоС.Б., ПостоваловС.Н. и др. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 888 с.: ISBN 978-5-7782-1590-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548140> (дата обращения: 06.07.2021). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

- Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход/ЛемешкоБ.Ю., ЛемешкоС.Б., ПостоваловС.Н. и др. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 888 с.: ISBN 978-5-7782-1590-0. -