

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

«Утверждаю»

Проректор по учебной и методической
деятельности



Н.В. Кармазина

ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступления на обучение
по образовательной программе высшего образования – программе
магистратуры
по направлению подготовки
01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Разработчики программы

1. Козлов А.И., кандидат технических наук, доцент кафедры информатики Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».
2. Козлова М.Г., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».
3. Руденко Л.И., кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой информатики Физико-технического института (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

информатики
ФГАОУ ВО «КФУ

информатики
(структурное подразделение)

информатики
(структурное подразделение)

информатики
ФГАОУ ВО «КФУ

информатики
(структурное подразделение)

информатики
(структурное подразделение)

информатики
ФГАОУ ВО «КФУ

информатики
(структурное подразделение)

информатики
(структурное подразделение)

информатики
ФГАОУ ВО «КФУ

информатики
(структурное подразделение)

1. Пояснительная записка

Программа разработана для проведения вступительных испытаний при поступлении на обучение по программе магистратуры направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». Форма проведения вступительного испытания – междисциплинарный экзамен в форме компьютерного тестирования.

Целью вступительного испытания является выявление знаний и умений абитуриента по основным дисциплинам направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Задачи компьютерного тестирования – оценка знаний и умений абитуриентов.

Экзамен оценивается по шкале 100 баллов.

2. Содержание программы

Дискретная математика

Булевы функции. Конъюнкции и интервалы в V^n . Предполные классы в P^2 . Полнота. Критерий Поста. Функции k -значной логики. Система Россера-Туркетта. Полнота в P^k . Соседний код Грея. Коды Хэмминга. Конечные автоматы. Диаграммы Мура. Канонические уравнения. Класс частично-рекурсивных функций. Частично рекурсивные и примитивно рекурсивные функции.

Теория сложности вычислений

Вычислительная сложность проблем. Классы P , NP , NPC , NPH . Примеры NP -трудных задач. Матроиды. Теорема Радо-Эдмондса. Графовый матроид и алгоритм Краскала.

Теория алгоритмов и математическая логика

Исчисление высказываний. Система аксиом и теория формального вывода. Логика предикатов. Машина Тьюринга. Вычислимые функции. Рекурсивные функции. Тезис Чёрча. Неразрешимые алгоритмические проблемы.

Программирование

Технология программирования. Процедурная технология программирования (алгоритмы + структуры данных = программы). Основные положения структурного программирования. Структурные операторы и структурное программирование. Алгоритмические структуры. Статические и динамические структуры данных. Списки и способы их представления. Множества и способы их представления. Графы, деревья и способы их представления.

Объектно-ориентированное программирование. Класс объекта, объект, полиморфизм, инкапсуляция, наследование. Перегрузка и переопределение функций, виртуальные функции. Перегрузка операций, правила перегрузки операций. Параметрический полиморфизм - шаблоны функций и классов.

Язык программирования C++. Рекурсия. Числовые алгоритмы. Алгоритмы сортировки. Структуры данных (массивы, списки). Вычислительная сложность алгоритмов и методы ее оценки. Алгоритмы на графах (обход графов и деревьев, поиск кратчайших путей). Алгоритмы работы с множествами. Динамическое программирование.

Операционные системы

Операционная система, определение, назначение. Типы операционных систем. Файлы и каталоги. Оболочка операционной системы. Основные команды работы с файловой системой UNIX. Понятие процесса в ОС. Создание и завершение процессов. Состояние процессов. Алгоритмы планирования процессов. Вытесняющее и невытесняющее планирование. Взаимодействие процессов, состояние гонки, критическая секция. Организация памяти компьютера. Понятие

виртуальной памяти и виртуального адресного пространства. Сегментное и страничное распределение памяти.

Компьютерные сети

Модель взаимодействия открытых систем OSI. Уровни модели OSI. Стек протоколов. Стандартные стеки протоколов. Характеристики вычислительных систем. Технологии локальных сетей. Технология Ethernet. Сетевое оборудование. Коммутаторы и маршрутизаторы.

Структура стека протоколов TCP/IP. Протоколы IPv4 и IPv6. Адресация в IP-сетях. Типы адресов стека TCP/IP. Классы IP-адресов. Использование масок. Принципы маршрутизации. Протоколы TCP и UDP. Сетевые экраны. Трансляция межсетевых адресов. Отображение доменных имен на IP-адреса. Протокол TLS. Шифрование трафика. Аутентификация. Цифровые сертификаты

Системное программирование

Конечные автоматы и регулярные выражения. Алфавит, строка, язык. Операции над языками. Регулярные выражения, приоритеты регулярных операторов. Алгебраические законы регулярных выражений, регулярные определения. Детерминированные конечные автоматы: определение, способы представления, чтение входной строки, язык, определяемый ДКА.

Контекстно-свободные грамматики. Порождение с использованием грамматики. Порождение с использованием грамматики. Дерево разбора. Преобразования КС-грамматик. Левая рекурсия и ее устранение. Левая факторизация КС-грамматики.

Вычислительная геометрия и компьютерная графика

Вычислительная геометрия. Алгоритмы вычислительной геометрии: целочисленный алгоритм построения прямой и окружности, алгоритм принадлежности точки многоугольнику, триангуляция многоугольника, алгоритмы удаления невидимых граней.

Компьютерная графика. Поворот, масштабирование, смещение, зеркальное отображение вектора на плоскости и в пространстве. Интерполяция и аппроксимация точек на плоскости. Кривые Безье. Проекция. Освещение. Фракталы.

Архитектура компьютеров

Структура ЭВМ фон Неймана. Представление данных в памяти компьютера: прямой, обратный и дополнительный коды. Представление вещественных данных, точность вычислений. Основы языка ассемблера AT&T x86-64.

Базы данных

Реляционные СУБД, их преимущества и недостатки. Этапы разработки баз данных. Целостность данных и механизмы ее реализации. Проектирование отношений. Нормализация отношений. 1 – 4 нормальные формы, НФБК.

Подсхемы пользователей. Способы отображения концептуальных схем и подсхем. Типы связей между сущностями: один-к-одному, один-ко-многим, многие-ко-многим. Ключи: первичные, уникальные, суррогатные, внешние.

Структурированный язык запросов SQL: команды создания схемы, команды управления данными, выборки из таблиц.

Анализ данных

Предварительная обработка данных. Описательная статистика и средства визуализации. Параметрическая статистика. Статистические гипотезы, статистические критерии. Гипотезы о распределении. Корреляция, коэффициенты корреляции и множественной детерминации. Уравнение парной и множественной регрессии, оценка значимости. Дисперсионный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ, суммы квадратов, оценка значимости различия групп. Классификация: линейный дискриминантный анализ. Кластерный анализ: метод объединения, итерационные методы. Временные ряды: структурные компоненты, уравнения тенденции, модели прогнозирования, адаптивное прогнозирование. Язык Python и его инструменты анализа данных, основные библиотеки для работы с данными, библиотеки статистического анализа и визуализации.

Исследование операций

Дискретные линейные модели: типы задач и методы решения. Метод ветвей и границ, метод динамического программирования. Задачи о нахождении оптимальных потоков и маршрутов. Модели сетевого планирования и управления, детерминированный сетевой график и его временные параметры. Вероятностные модели исследования операций. Системы гибели и размножения и их математическое описание. Системы массового обслуживания: типы и вероятностные параметры. Теоретико-игровые модели исследования операций. Решение матричной игры в чистых стратегиях и в смешанном расширении.

Системы и методы принятия решений

Задачи обучения по прецедентам. Функциональная и вероятностная постановки задачи обучения по прецедентам. Основные типы задач обучения. Признаковое пространство. Модель алгоритмов. Алгоритм (метод) обучения. Функция потерь и функционал качества. Метод минимизации эмпирического риска. Переобучение и обобщающая способность.

Байесовские алгоритмы классификации. Функционал среднего риска. Оптимальное байесовское решающее правило. Принцип максимума апостериорной вероятности. Задача восстановления плотности распределения. Непараметрическая классификация. Нормальный дискриминантный анализ. Разделение смеси распределений. EM-алгоритм. Сеть радиальных базисных функций.

Метрические алгоритмы классификации. Обобщенный метрический классификатор. Метод ближайших соседей. Метод парзеновского окна. Функции ядра. Метод потенциальных функций. Понятие отступа объекта. Алгоритм STOLP.

Литература для подготовки

1. Шевелев, Ю. П. Дискретная математика: учебное пособие / Ю. П. Шевелев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-4284-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118616>
2. Гисин, В. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / В. Б. Гисин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 383 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00228-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450129>
3. Судоплатов, С. В. Дискретная математика: учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00871-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450002>
4. Бекарева, Н. Д. Дискретная математика: учебное пособие / Н. Д. Бекарева. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-3952-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152270>
5. Таранников, Ю. В. Дискретная математика. Задачник: учебное пособие для вузов / Ю. В. Таранников. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01180-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450627>
6. Таранников, Ю. В. Дискретная математика. Задачник: учебное пособие для вузов / Ю. В. Таранников. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01180-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450627>
7. Журавлев, Ю. И. Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы : учебное пособие для вузов / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, М. Н. Вялый. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06279-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452194>
8. Вайнштейн, Ю. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Ю. В. Вайнштейн, Т. Г. Пенькова, В. И. Вайнштейн. — Красноярск : СФУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-7638-4076-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157585>
9. Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для вузов / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 211 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01114-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451099>
10. Геут, К. Л. Математическая логика и теория алгоритмов : учебно-методическое пособие / К. Л. Геут, С. С. Титов. — Екатеринбург : , 2017. —

- 85 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121389>
11. Новожилов, О. П. Архитектура компьютерных систем в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10299-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456521>
 12. Новожилов, О. П. Архитектура компьютерных систем в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 246 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10301-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456522>
 13. Кудин, А. В. Архитектура и операционные системы параллельных вычислительных систем : учебно-методическое пособие / А. В. Кудин, А. В. Линёв. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2007. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153263>
 14. Толстобров, А. П. Архитектура ЭВМ : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. П. Толстобров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 154 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13398-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — <https://urait.ru/book/architektura-evm-459009>
 15. Павлов, Л. А. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебник для вузов / Л. А. Павлов, Н. В. Первова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-7259-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156929>
 16. Конова, Е. А. Алгоритмы и программы. Язык C++ : учебное пособие / Е. А. Конова, Г. А. Поллак. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-5431-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140730>
 17. Златопольский, Д.М. Программирование: типовые задачи, алгоритмы, методы : [12+] / Д.М. Златопольский. — 4-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 226 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222873>
 18. Андрианова, А. А. Алгоритмизация и программирование. Практикум : учебное пособие / А. А. Андрианова, Л. Н. Исмагилов, Т. М. Мухтарова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-3336-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113933>
 19. Мартынюк, Ю. М. Алгоритмы и анализ сложности : учебно- методическое пособие / Ю. М. Мартынюк, В. С. Ванькова, С. В. Даниленко. — Тула : ТГПУ, 2018. — 72 с. — ISBN 978-5-6041454-8-7. — Текст : электронный //

- Лань : электронно-библиотечная система.
— URL: <https://e.lanbook.com/book/113613>
20. Зайцев, М.Г. Программирование: Структурное программирование, подпрограммы, строки : [16+] / М.Г. Зайцев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 103 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575676>
 21. Системное и прикладное программное обеспечение : учебное пособие / составители И. А. Журавлёва, П. К. Корнеев. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155253>
 22. Курячий, Г.В. Операционная система Linux : учебник : [16+] / Г.В. Курячий, К.А. Маслинский. – 2-е изд., исправ. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 451 с. : ил. – Режим доступа: по подписке — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=578058
 23. Миронов, С. В. Формальные языки и грамматики : учебное пособие / С. В. Миронов. — Саратов : СГУ, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-292-04612-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148854>
 24. Лисицин, Д.В. Программирование на языке ассемблера : учебное пособие : [16+] / Д.В. Лисицин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 100 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57482>
 25. Гунько, А. В. Системное программирование в среде Linux : учебное пособие / А. В. Гунько. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 235 с. — ISBN 978-5-7782-4160-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152228>
 26. Сидорова, Н. П. Базы данных: практикум по проектированию реляционных баз данных : учебное пособие / Н. П. Сидорова. — Королёв : МГОТУ, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-4499-0799-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149436>
 27. Каминский, В. Н. Базы данных : учебное пособие / В. Н. Каминский. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 106 с. — ISBN 978-5-906920-36-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121826>
 28. Сидорова, Н. П. Информационное обеспечение и базы данных : практикум по дисциплине «Информационное обеспечение, базы данных» : учебное пособие / Н. П. Сидорова. — Королёв : МГОТУ, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-4475-9996-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149444>

29. Петрова, А. Н. Реализация баз данных : учебное пособие / А. Н. Петрова, В. Е. Степаненко. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-7765-1448-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151716>
30. Копырин, А. С. Базы данных : учебное пособие / А. С. Копырин. — Сочи : СГУ, 2019. — 106 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147663>
31. Вейцман, В. М. Проектирование информационных систем : учебное пособие / В. М. Вейцман. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3713-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122172>. — Режим доступа: для авториз. Пользователей.
32. Базы данных. Разработка интерфейса пользователя базы данных : учебно-методическое пособие / составители В. Г. Брежнев, А. Н. Подьяченков. — Ульяновск : УИ ГА, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162528>
33. Агалаков, С.А. Статистические методы анализа данных : учебное пособие : [16+] / С.А. Агалаков ; Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского. — Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2017. — 92 с. : табл., граф., схем., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562918>
34. Крутиков, В. И. Анализ данных : учебное пособие / В. И. Крутиков, В. В. Мешечкин. — Кемерово : КемГУ, 2014. — 138 с. — ISBN 978-5-8353-1770-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/61396>
35. Анализ данных : учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 490 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00616-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450166>
36. Программные системы статистического анализа: обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python : учебное пособие : [16+] / В. М. Волкова, М. А. Семенова, Е. С. Четвертакова, С. С. Вожов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 74 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576496>
37. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14638-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492920>
38. Макшанов, А. В. Технологии интеллектуального анализа данных : учебное пособие / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-4493-9. — Текст :

- электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/120063>
39. Дюк, В. А. Логический анализ данных : учебное пособие / В. А. Дюк. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-8114-4180-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126935>
40. Миркин, Б. Г. Введение в анализ данных : учебник и практикум / Б. Г. Миркин. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 174 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-9916-5009-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/432851>
41. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/460143>
42. Математические методы и модели исследования операций : учебник / ред. В.А. Колемаев. — Москва : Юнити, 2015. — 592 с. : ил., табл., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719>
43. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493203>
44. Донкова, И.А. Исследование операций и методы оптимизации : учебное пособие : [16+] / И.А. Донкова ; Тюменский государственный университет. — Тюмень : Тюменский государственный университет, 2017. — 196 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572102>
45. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454393>
46. Воронина, В. В. Теория и практика машинного обучения: учебное пособие / В. В. Воронина. — Ульяновск: УлГТУ, 2017. — 290 с. — ISBN 978-5-9795-1712-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165053>
47. Гультаева, Т. А. Методы статистического обучения в задачах регрессии и классификации: монография / Т. А. Гультаева, А. А. Попов, А. С. Саутин. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 323 с. — ISBN 978-5-7782-2817-7. — Текст:

- электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118291>
48. Сопов, Е. А. Многокритериальные нейроэволюционные системы в задачах машинного обучения и человеко-машинного взаимодействия : монография / Е. А. Сопов, И. А. Иванов. — Красноярск: СФУ, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-7638-3969-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157729>
49. Воронцов К. В. Машинное обучение. Курс лекций. — Текст : электронный . — URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_курс_лекций_С_К.В.Воронцов
50. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2014. — 739 p. 3. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006. — 738 p.