

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
для поступающих в аспирантуру по группе научных специальностей

**2.3 «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»**

Программа вступительного экзамена включает в себя общие вопросы по группе научных специальностей 2.3 «Информационные технологии и телекоммуникации» (Блок 1) и вопросы по выбору по научным специальностям 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (Блок 2).

**БЛОК 1. ВОПРОСЫ ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**1.1. Основы системного анализа**

Определение системного анализа и его роль в информационных технологиях. Определение системы: совокупность взаимосвязанных элементов, работающих для достижения общей цели. Классификация систем: открытые и закрытые, динамические и статические, простые и сложные. Жизненный цикл системы, этапы жизненного цикла: планирование, анализ, проектирование, реализация, эксплуатация и сопровождение. Методы системного анализа: структурный, функциональный, объектно-ориентированный. Принципы моделирования систем: иерархия, абстракция, декомпозиция. Моделирование систем, определение и типы моделей: физические, математические, графические, симуляционные.

**1.2. Управление и обработка информации**

Основные понятия и методы управления информацией. Алгоритмы обработки данных: сортировка, поиск, фильтрация. Классификация информационных систем и их характеристики.

**1.3. Статистика**

Основные статистические методы: описательная статистика, инференциальная статистика. Понятие выборки и её виды, ошибки выборки (случайные и систематические). Визуализация данных: гистограммы, диаграммы рассеяния, коробчатые диаграммы; важность визуализации для интерпретации статистических данных. Основные модельные распределения: нормальное, экспоненциальное, биномиальное, пуассоновское. Статистическое тестирование.

## **БЛОК 2. ВОПРОСЫ ПО ВЫБОРУ**

### **2.1 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

#### **2.3.1 «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ, СТАТИСТИКА»**

##### **2.1. Основные понятия и задачи системного анализа**

Система: определения, классификационные признаки, основные свойства. Системный анализ как научная дисциплина и его место в современной системологии. Основное содержание системного подхода. Методология и процедуры реализации системного подхода. Определение и общая классификация видов информационных технологий. Информатизация как основа повышения эффективности управления организацией. Информационные технологии и системы: основные понятия и определения. Классификация информационных технологий. Информационно-управляющие технологии. Программно-техническая среда, информационное, методическое и организационное обеспечение информационных систем. Оценка влияния информационных технологий на деятельность организации. Информационное обследование организации. Информационно-функциональная модель деятельности. Системный анализ информационной деятельности организации.

##### **2.2. Модели и методы принятия решений**

Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ). Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения. Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

##### **2.3. Основы теории управления**

Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара-Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла-Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

##### **2.4. Компьютерные технологии обработки информации**

Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров. Программно-технические средства реализации современных офисных технологий. Стандарты пользовательских интерфейсов. Создание и обработка текстовых файлов и документов с использованием текстовых редакторов и процессоров. Программные средства создания и обработки электронных таблиц. Программные средства создания графических объектов, графические процессоры (векторная и растровая графика). Понятие информационной системы, базы и хранилища

данных. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL. Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.). Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС. Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев И.П. Основы теории принятия решений. М.: МГСУ, 2005
2. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. / Е. С. Вентцель. — М.: Наука, 1988. — 523с.
3. Власов, К. П. Теория автоматического управления. Особые, дискретные и нелинейные системы : учеб. пособие / К. П. Власов, М. К. Аникин, 2006. — 99 с.
4. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ : учеб. для вузов / В. Н. Волкова, А. А. Денисов, 2010. — 679 с.
5. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Г. Базы знаний интеллектуальных систем : учеб. для вузов. СПб.: — Питер, 2000. — 384 с.
6. К. Дж. Дейт Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1328 с.
7. Калянов, Г.Н. CASE структурный системный анализ (автоматизация и применение) / Г. Н. Калянов. — М.: ЛОРИ, 1996. — 242 с.
8. Капустян В.М. Конструктору о конструировании. Издательство: Концепт, 2008
9. Коновалов, Б. И.. Теория автоматического управления : учеб. пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев, 2010. — 220 с.
10. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений. / О. И. Ларичев. — М.: Ло-гос, 2000. — 296 с.
11. Липаев, В. В. Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем / В. В. Липаев — М.: СИНТЕГ, 1999. — 225 с.
12. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник, в 3-х т. / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. — М.: Изд-во МГТУ, 2004.
13. Мухин В.И. Исследование систем управления. М.: Из-во «Экзамен», 2006
14. Мушик, Э. Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер. — М.: Мир, 1990. — 208 с.
15. Никаноров С.П. Концептуализация предметных областей. Издатель-ство: Концепт. 2009
16. Никаноров С.П. Теоретико-системные конструкты для концептуального анали-за и проектирования. Издательство: Концепт, 2008
17. Перегудов, Ф.И, Основы системного анализа / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. — Томск: НТЛ, 2001. — 396 с.
18. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных си-стем. СПб.: Символ-Плюс, 2005
19. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2007
20. Саати, Т., Керыс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Керыс. — М.: Радио и связь, 1991. — с. 224.
21. Семечкин А.Е. Системный анализ и системотехника. М.: Аргус, 2005
22. Сидельников Ю.А. Системный анализ технологии экспертного прогнозира-ния. — М.: МАИ\_ПРИНТ, 2007
23. Спицнадель, В. Н. Основы системного анализа / В. Н. Спицнадель. — СПб.: Издательский дом Бизнес-пресса, 2000. — 325 с.
24. Теория автоматического управления. / Под ред. А. А. Воронова. — М: Высшая школа, 1986. — 203 с.

25. Трахтенгерц Э.А., Иванюков Е.Л., Юркевич Е.В. Современные компьютерные технологии управления информационно-аналитической деятельностью. М.: СИНТЕГ, 2007
26. Юркевич Ю.А. Введение в теорию информационных систем. – М.: ООО «Группа ИТД», 2007
27. Акофф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. - М.: Мир, 1971
28. Акофф Р. Искусство решения проблем: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. .
29. Беляев И.П., Капустян В.М. Процессы и концепты. - М.: ТОО
30. Беляев И.П., Капустян В.М. Системный анализ: прикладной аспект.
31. Вагнер Г. Основы исследования операций. В 3-х томах. - М.: Мир, 1972
32. Гусаков А.А. Системотехника строительства. - М.: Стройиздат, 1993. - 368 с.
33. Джонс Дж. К. Методы проектирования: Пер. с англ. - 2-е изд., М.: Мир, 1986. - 326 с.: ил.
34. Куликов Ю.А. Оценка качества решений в управлении строительством. - М.: Стройиздат, 1990. - 144 с.
35. Николаев В.И., Брук В.М. Системотехника: Методы и приложения. - Л.: Машиностроение, 1985. - 199 с.
36. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990.
37. Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем. - М.: ВНИИПИ, 1989. - 312 с.
38. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. Радио, 1969
39. Острейковский В.А. Теория систем. - М.: Высшая школа, 1997.
40. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1989.
41. Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ. - М.: Наука, 1985.
42. Системы автоматизированного проектирования: В 9-ти кн. Кн. 9. Иллюстрированный словарь: Учеб. пособие для вузов / Д.М. Жук, П.К. Кузьмик В.Б. Маничев и др.: Под ред. И.П. Норенкова. - М.: Высшая школа,
43. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М.: "Высшая школа", 1985.
44. Титов В.В. Системный подход. - М.: ВНИИПИ, 1990. - 36с.
45. Управление проектами / Н.И. Ильин, И.Г. Лукманова и др. - СПб.: Два-Три, 1996. - 610 с.
46. Цикритзис Д., Лоховски Ф. Модели данных. - М.: ФиС, 1985.

## **2.2 ВОПРОСЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

### **2.3.3 «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ»**

#### **2.1. Современные проблемы автоматизации и управления**

Структура и состав АСУТП современного производства. Примеры пищевых технологических процессов. Параметрические, принципиальные, функциональные схемы автоматизации и т.д. Непосредственное цифровое управление. Диагностика нештатных ситуаций. Ситуационное управление. Ведение архивов по всем контролируемым параметрам с возможностью их визуализации в виде графиков и сводок, обмен данными с другими подсистемами того же и более высокого уровня.

#### **2.2. Теория автоматического управления**

Математическое описание объектов с помощью дифференциальных уравнений 1-го и 2-го порядка и их решения. Преобразование Лапласа. Понятие оригинала и изображения. Определение передаточной функции. Понятие звена. Способы соединения звеньев (последовательное, параллельное и встречно - параллельное) и их общая передаточная функция. Классификация автоматических систем. Принцип разомкнутого управления (без обратной связи). Состав и назначение частей системы управления. Принцип управления по возмущению. Принцип управления по отклонению (с отрицательной обратной связью). Принцип комбинированного управления. Структурные преобразования операторных схем. Статические и динамические характеристики. Типовые испытательные сигналы. Переходная функция и характеристика. Показатели качества на переходной характеристике. Частотные передаточные функции по Фурье. Частотные передаточные функции, выраженные в алгебраической, тригонометрической и показательной форме. Амплитудная - частотная характеристика (АЧХ) и логарифмическая амплитудно - частотная характеристика (ЛАЧХ). Фазовая частотная характеристика (ФЧХ). Вещественные и мнимые частотные характеристики. Амплитудная фазо-частотная характеристика (годограф Найквиста). Типовые звенья (пропорциональное, инерционное звено 1-го порядка (апериодическое), инерционное звено 2-го порядка (апериодическое и колебательное), идеальное интегрирующее звено, реальное интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено, реальное дифференцирующее звено): уравнение, переходная функция и характеристика. Понятие об устойчивости системы. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Метод расчета параметров ПИД регулятора Циглера-Николса. Типовые релейные характеристики. Метод гармонической линеаризации. Типовые нелинейные релейные элементы. Статические характеристики. Кусочно-линейные характеристики. Особенности нелинейных систем в сравнении с линейными. Квантование непрерывного сигнала по уровню. Квантование (дискретизация) непрерывного сигнала по времени. Квантование непрерывного сигнала по уровню и времени. Аналитическая запись дискретной последовательности с помощью решетчатой функции. Период и частота дискретизации. Экстраполяция сигналов. Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Z- преобразование Лапласа и Фурье. Суть Z – преобразования и практическая польза. Пример применения Z – преобразования для  $\delta$  – функции. Пример применения Z – преобразования для дискретной функции «единичный скачок».

#### **2.3. Интегрированные автоматизированные системы управления и проектирования**

Принципы построения и проектирования интегрированной автоматизированной системы управления. Основные понятия интегрированной системы управления. Структура уровней автоматизации предприятия. Состав, структура, функции интегрированной автоматизированной системы управления. Компоненты интегрированной автоматизированной системы управления. Автоматизированные системы научных исследований. Назначение SCADA – систем. Основные функциональные возможности. Уровни иерархии SCADA – систем. Состав и назначение нижнего и верхнего уровней. Примеры пакетов программ SCADA и их характеристики. Виды обеспечения интегрированных систем (функциональное, алгоритмическое, программное, информационное, техническое и организационное). Основные задачи АСУТП и АСУП. Информационные, управляющие и вспомогательные функции АСУ. Современное состояние АСУТП. Состав, функции и современное состояние систем класса MES. Перспективные проблемы разработки систем MES. Проблемы системного проектирования автоматизированных технологических комплексов.

## **2.4. Цифровое производство и информационное моделирование**

Основные понятия, концепция и архитектура киберфизических систем (КФС). Принципы работы КФС на производственном предприятии. Схемы взаимодействия и облачная платформа информационного взаимодействия КФС на предприятии, комплекс цифровых двойников. Понятие и концепция цифровых двойников, эволюции сопутствующих технологий и инжиниринговых инструментов. Классификации цифровых двойников. Стандарты цифрового предприятия. Базовые представления модели предприятия. Модели процессов предприятия. Концепция цифрового производства. «Умная» фабрика». Промышленные революции. Особенности и тенденции в автоматизации производства четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0». Процессно-ориентированная и ориентированная на технолого-производственную единицу модели управления предприятием. Киберфизическая схема каскадного управления.

## **2.5. Интеллектуальные системы управления**

Нечеткие системы управления. Основные понятия и определения нечетких множеств. Логико-лингвистические регуляторы. Аналитические нечеткие регуляторы. Нечеткие ПИ и ПИД-регуляторы. Обучаемые нейронечеткие регуляторы. Распознавание изображений на основе комплексного применения преобразований Уолша и аппарата нечеткой логики. Интеллектуальный человеко-машинный интерфейс. Концепции управления с итеративным обучением. Классические алгоритмы управления с итеративным обучением. Построение алгоритма управления с итеративным обучением на основе расширенных моделей. Постановка задачи машинного обучения. Эволюция полносвязных нейронных сетей прямого распространения. Глубокие сверточные и рекуррентные нейронные сети.

## **2.6. Проектирование и программирование встраиваемых систем**

Основные языки программирования микропроцессорных систем и их краткие характеристики. Пример написания программы для PIC-контроллера или контроллера другого типа. Система реального времени. Принципиальное отличие обычных информационных систем от систем реального времени (СРВ). Система мягкого реального времени. Система жесткого реального времени. Информационно-управляющая система (ИУС). Отличие СРВ от ИУС. Варианты построения ИУС. Состав ИУС. Встроенная (или встраиваемая) система (ВС). Категории ВС. Распределенная встроенная система. Элементная база микропроцессорной техники для встраиваемых применений. Процессор. Классификация процессоров. Микропроцессор и микроконтроллер. Классификация микроконтроллеров. Программируемые логические интегральные схемы. Модульный принцип организации процессора ВВС. Типовая структура процессора для встраиваемых систем. Процессорное ядро. Организация прерываний в управляющих процессорах. Модули памяти. Порты ввода-вывода. Таймеры-счетчики. Аналого-цифровой преобразователь. Цифро-аналоговый преобразователь. Контроллеры последовательных интерфейсов. Подсистема синхронизации. Механизмы начальной инициализации встроенной памяти. Сетевые интерфейсы ВС.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Селевцов, Л.И. Автоматизация технологических процессов / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. - 352 с.
2. Скворцов, А.В. Автоматизация управления жизненным циклом продукции: Учеб-ник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А.В. Скворцов, А.Г. Схиртладзе, Д.А. Чмырь.. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 320 с.
3. Фурсенко С.Н. Автоматизация технологических процессов / Фурсенко С.Н., Яку-бовская Е.С, Волкова Е.С. – М.: Новое знание; Инфра-М, 2017. - 379 с.
4. Сердобинцев С.П. Системы управления технологическими процессами и информа-ционные технологии. Учебное пособие.- Калининград: КГТУ, 2006.- 486 с.
5. Гаврилов А.Н. Средства и системы управления технологическими процессами. Учебное пособие. / Гаврилов А.Н., Пятаков Ю.В. – М.: Лань, 2016. - 416 с.
6. Кангин, В. В. Промышленные контроллеры в системах автоматизации технологических процессов: учебное пособие для вузов. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 407 с
7. Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби; пер. с англ. В. В. Соловьева. – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 464 с.
8. Бесекерский В.А., Попов Е.И. Теория автоматического управления /В.А. Бесекер-ский, Е.И. Попов. – Изд. 4-е перераб. и доп. – СПб, Изд-во «Профессия. 2003. – 752 с.

9. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Текст] : учеб. пособие / А.А. Первозванский. - 3-е изд., стер. - СПб. : Изд-во «Лань», 2015. - 624 с.
10. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 312 с. — ISBN 978-5-9221-0857-7.
11. Востриков А.С. Теория автоматического регулирования: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.С. Востриков, Г.А. Французова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 279 с.
12. Сердобинцев С.П. Теория автоматического управления. Учебное пособие ч.1 . Учебное пособие. - Калининград: КГТУ, 2006.
13. Сердобинцев С.П. Теория автоматического управления: оптимальные и адаптивные системы. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»/С.П.Сердобинцев.; ФГОУ ВПО «КГТУ». – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010.-207с.
14. Сердобинцев С.П. Теория автоматического управления: учебное пособие для студентов ВУЗов - Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010.- 429 с.
15. Теория автоматического управления: Учебник в 2-х ч./Под ред. А.А. Воронова.-М.: Высшая школа, 1986.-467с.
16. Харазов, В. Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для студ. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2013. – 656 с.
17. Савельев, М. Ю. Основные принципы построения ИАСУ промышленным предприятием : учебное пособие / М. Ю. Савельев. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 111 с. — ISBN 978-5-8149-3594-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/421643> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
18. Баланов, А. Н. Автоматизация производства. Разработка и внедрение систем управления : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 392 с. — ISBN 978-5-507-49363-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/417776> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
19. Интегрированные системы проектирования и управления. SCADA : учебное пособие / Х. Н. Музипов, О. Н. Кузяков, С. А. Хохрин [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-3265-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213209> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
20. Тугов, В. В. Проектирование автоматизированных систем управления : учебное пособие для вузов / В. В. Тугов, А. И. Сергеев, Н. С. Шаров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-8987-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/186064> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
21. Чупин, А. В. Интеллектуальные системы автоматизированного управления : учебное пособие / А. В. Чупин. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-89289-951-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102654> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
22. Бобиков, А. И. Интеллектуальные системы управления (Основы нечеткой логики и проектирование нечетких контроллеров) : учебное пособие / А. И. Бобиков. — Рязань : РГРТУ, 2006. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168350> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
23. Бобиков, А. И. Интеллектуальные системы управления (Проектирование нечетких ПИД-контроллеров и нечетких обратных связей, нейронные сети) : учебное пособие / А. И. Бобиков. — Рязань : РГРТУ, 2008. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168066> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
24. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. — ISBN 978-5-507-50568-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/447392> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

25. Данилов, В. В. Нейронные сети : учебное пособие / В. В. Данилов. — Донецк : ДонНУ, 2020. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179953> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
26. Соробин, А. Б. Сверточные нейронные сети: примеры реализаций : учебно-методическое пособие / А. Б. Соробин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163853> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
27. Савельев, М. Ю. Введение в цифровое производство : учебное пособие / М. Ю. Савельев. — Омск : ОмГТУ, 2022. — 88 с. — ISBN 978-5-8149-3439-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343613> (дата обращения: 28.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.