

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Кафедра И9 Систем управления и компьютерных технологий
(наименование)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР и ИР
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
С.А. Матвеев
« 31 » 2022 г.



КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Системный анализ, управление и обработка информации

Специальность: 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Планируемые результаты сдачи кандидатского экзамена

Государственный экзамен представляет собой кандидатский экзамен по специальности научных исследований и сдается по программе дисциплины «**Системный анализ, управление и обработка информации**».

Целью экзамена является контроль знаний по научно-техническим основам разработки методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации в приложении к различным предметным областям.

2. Организация и прием кандидатского экзамена

2.1. Оценочные средства экзамена

Для рубежной аттестации обучающихся образован фонд оценочных средств в виде вопросов на экзамен.

Вопросы, выносимые на экзамен:

1. Основные понятия и задачи системного анализа

Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.

Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

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. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.

Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ.

Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса-Лапласа, Гермейера, Бернулли-Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжа-Лемана и др.

Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. 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.

3. Оптимизация и математическое программирование

Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.

Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Куна-Таккера и ее геометрическая интерпретация. Линейное программирование как частный случай выпуклого. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации.

Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука-Дживса, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска.

Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.

Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

4. 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.

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

Управление при действии возмущений. Инвариантные системы. Следящие системы. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.

Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы.

Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

Аналитическое конструирование. Идентификация динамических систем.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.

Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости алгебраическим и псевдочастотным методами. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации.

Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

Автоколебания нелинейных систем, устойчивость предельных циклов, метод гармонической линеаризации.

Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование.

Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

5. Компьютерные технологии обработки информации

Определение и общая классификация видов информационных технологий. 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, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных.

Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных др.).

Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.

Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.

Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС.

Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схематехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.

Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.

Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

Адресация в сети Internet. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы.

Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы). Базовые понятия VRML.

Организация сценариев отображения и просмотра HTML документов с использованием объектно-ориентированных языков программирования.

Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.

Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний.

Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний.

Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абраменко Г.В. и др.; ред. И. Н. Торгун.* Методы системного анализа и примеры применения: учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во МФТИ, 2011.
2. *Андриевский Б.Р.* Задачи и методы адаптивного управления: конспект лекций. – СПб: БГТУ (электронная версия), 2012.
3. *Андриевский Б.Р.* Изучение процедуры идентификации параметров в системе Scilab/Scicos: лабораторная работа. – СПб: БГТУ (электронная версия), 2012.
4. *Андриевский Б.Р.* Матричные неравенства в задачах управления: конспект лекций. – СПб: БГТУ (электронная версия), 2012.
5. *Андриевский Б.Р.* Методы передачи информации модуляцией аналоговых хаотических сигналов: конспект лекций. – СПб: БГТУ (электронная версия), 2012.
6. *Андриевский Б.Р.* Системы управления со скользящими режимами: конспект лекций. – СПб: БГТУ (электронная версия), 2012.
7. *Андриевский Б.Р.* Управление и оценивание при ограниченной пропускной способности каналов связи: конспект лекций. – СПб: БГТУ (электронная версия), 2012.
8. *Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л.* Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. – СПб: Наука, 2001.
9. *Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н.* Методы оптимизации: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2013.
10. *Бесекерский В.А., Попов Е.П.* Теория систем автоматического управления. - СПб: Профессия, 2003.
11. *Бройдо В.Л.* Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. – СПб: ПИТЕР, 2011.
12. *Бункин Н.Ф., Морозов А.Н.* Стохастические системы в физике и технике: учебное пособие для вузов. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.
13. *Буч Г., Рамбо Д., Якобсон А.* Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. – СПб: Питер, 2002.
14. *Васильев А.А., Смирнова Н.Н., Яшин А.В.* Программное обеспечение современных компьютерных сетей. Учебное пособие. - СПб: БГТУ, 2004.
15. *Вентцель Е.С.* Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
16. *Воробьева Е.Е., Емельянов В. Ю.* Теория принятия решений. СПб. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 70 экз.
17. *Гультяев А. К., Машин В. А.* Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса - СПб.: КОРОНА принт, 2000.
18. *Деменков Н. П.* Статистическая динамика систем управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 35 экз.
19. *Деменков Н. П., Микрин Е. А.* Управление в технических системах. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
20. *Добрев Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В.* Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения. Учебное пособие. – М.: Бином, 2010 г.
21. *Дорогов В.Г., Теплова Я.О.* Введение в методы и алгоритмы принятия решений: учебное пособие для вузов; ред. Л. Г. Гагарина. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2012.
22. *Гуцин А.Н.* Основы представления знаний: учебное пособие для вузов. - СПб: БГТУ, 2007.
23. *Гуцин А.Н.* Языковые средства разработки интеллектуальных систем. – СПб: БГТУ, 2006.
24. *Емельянов В.Ю.* Методы моделирования стохастических систем управления. – СПб: БГТУ, 2004.
25. *Емельянов В.Ю., Кругликов В.К.* Теория принятия решений: базовые методы. – СПб: БГТУ, 2007.

26. *Емельянов В.Ю., Черкасов О.Ф.* Основы теории управления: тексты лекций. СПб: БГТУ, 2016.
27. *Емельянов В.Ю., Петрова И.Л.* Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
28. *Иванов А.А., Торохов С.Л.* Управление в технических системах: учебное пособие. М.: Форум, 2012.
29. *Иванов В.А., Медведев В.С.* Математические основы теории оптимального и логического управления: учебное пособие для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.
30. *Иванова Г. С.* Технология программирования: учебник для вузов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.
31. *Исаков Л.С., Курилова Е.А.* Основы теории систем радиоавтоматики: учебное пособие. СПб: БГТУ, 2012.
32. *Жданов С. А. и др.; ред. В. Л. Матросов.* Операционные системы, сети и интернет-технологии: учебник для вузов. - М.: Академия, 2014.
33. *Загашвили Ю.В., Пугач А.А.* Теория цифрового управления. – СПб: БГТУ, 2012.
34. *Зарубин В.С.* Математическое моделирование в технике: учебник для ВУЗов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003.
35. *Злобин В.К., Ручкин В.Н.* Нейросети и нейрокомпьютеры: учебное пособие для вузов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011.
36. *Кабанов С. А., Кабанов Д. С.* Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 33 экз.
37. *Кабанов С. А., Кабанов Д. С.* Задачи управления с оптимизацией параметров прогнозирующих моделей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
38. *Кабанов С.А.* Оптимизация динамики систем при действии возмущений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
39. *Кабанов С.А.* Управление системами на прогнозирующих моделях. – СПб: Изд-во СПбГУ, 1997.
40. *Кабанов С.А., Александров А.А.* Прикладные задачи оптимального управления: учебное пособие к практическим занятиям. – СПб: БГТУ, 2007.
41. *Клименко И. С.* Системный анализ в управлении. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
42. *Коваленко В.В.* Проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов. - М.: Форум, 2012.
43. *Коробова И.Л.* Теория автоматического управления: конспект лекций. - СПб: БГТУ, 2011.
44. *Коробова И.Л., Щерба В.Н.* Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: учеб. пособие. – СПб: БГТУ, 2005.
45. *Королев С.Н.* Марковские модели массового обслуживания. – СПб.: БГТУ, 2002.
46. *Кочин Л. Б.* Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. - СПб: БГТУ, 1999.
47. *Крёнке Д.* Теория и практика построения баз данных: учебное пособие для вузов – СПб: Питер, 2003.
48. *Кузин А.В., Левонисова С.В.* Базы данных: учебное пособие для вузов /. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2016.
49. *Лавров В.Ю.* Управление в технических системах: учеб. пособие. – СПб: БГТУ, 2007.
50. *Лебедев М.О.* Основы вариационного исчисления: учебное пособие. - СПб: БГТУ, 2011.
51. *Логунова О.С., Ячиков И.М., Ильина Е.А.* Человеко-машинное взаимодействие. Теория и практика. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006.

52. Лосев С.А., Толмачев С.Г. Системы искусственного интеллекта. – СПб: БГТУ, 2005.
53. Маслов А. А. Генетический алгоритм в MATLAB. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 30 экз.
54. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. – М., СПб, Нижний Новгород: ПИТЕР, 2005.
55. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. - М.: Мир, 1990.
56. Набатова. Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
57. Невежин В.П. Теория игр. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов. - М.: Форум, 2012.
58. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебное пособие для вузов – 2-е изд. СПб.: Питер, 2008.
59. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы: учебное пособие для вузов.– СПб: ПИТЕР, 2002.
60. Палехов Р.Б., Бузюкина О.А. Разработка Web-приложений на языке HTML.: Лабораторный практикум. – СПб., БГТУ, 2006.
61. Пантелеев А. В., Бортакoвский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
62. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. – СПб.: Лань, 2020, 50 экз.
63. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012.
64. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Шевкопляс Е.В. Теория игр: учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб: БХВ-Петербург, 2012.
65. Попов Е.Н. Теория нелинейных систем автоматического управления. М.: Наука, 1988.
66. Родин Б.П. Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы: учебное пособие к практическим занятиям. - СПб: БГТУ, 2008.
67. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование: теория и технологии. - СПб: КОРОНА принт, 2004.
68. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. - СПб: ПИТЕР, 2003.
69. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: учеб. пособие для вузов/ под. ред. Волковой В.Н., Козлова В.Н. – М.: Высшая школа, 2004.
70. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Информационные технологии: Учеб. пособие для вузов, М.: Вышш. шк., 2008.
71. Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовской В.Д. Представление знаний в информационных системах: учебник для вузов. - М.: Академия, 2011.
72. Степанов М.А. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. - СПб: Питер, 2007.
73. Схиртладзе А.Г. и др. Информационные технологии: учебник для вузов. - М.: Академия, 2015.
74. Таненбаум Э. Компьютерные сети – СПб: Питер, 2008.
75. Таненбаум Э. Современные операционные системы: пер. с англ. /. - 3-е изд. - СПб: Питер, 2012.
76. Терехов А.Н. Технология программирования. Учебное пособие. – М.: Бином, 2010 г.
77. Толмачев С.Г. Нейросетевые методы обработки информации. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 34 экз.
78. Толмачев С.Г. Основы искусственного интеллекта. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.

79. *Толмачев С.Г.* Системы искусственного интеллекта. Нейросетевые модели. - СПб: БГТУ, 2011.
80. *Толмачев С.Г.* Алгоритмы поиска в системах искусственного интеллекта. - СПб: БГТУ, 2012.
81. Толпегин О. А. Методы оптимального управления. М.: Юрайт, 2021, эл. рес.
82. *Толпегин О.А.* Математическое программирование. Вариационное исчисление: тексты лекций. – СПб: БГТУ, 2003.
83. *Толпегин О.А.* Прикладные методы оптимального управления: тексты лекций. – СПб: БГТУ, 2004.
84. *Ульман Л.* MySQL: руководство по изучению языка. – СПб.: Питер; М.: ДМК Пресс, 2004.
85. *Учаев П.Н.* Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах: учебное пособие для вузов. - Старый Оскол: ТНТ, 2011.
86. *Формальский А.М.* Управление движением неустойчивых объектов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.
87. *Цехановский В.В., Чертовской В.Д.* Управление данными: учебник для вузов. - СПб: Лань, 2015.
88. Чулюков В. А. , Астахова И. Ф. , Потапов А. С. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, 10 экз.
89. *Шапоров С.Д.* Информатика. Теоретический курс и практические занятия: учебник для вузов. - СПб: БХВ-Петербург, 2008.
90. *Шапоров С.Д.* Прикладная статистика: учебное пособие. – СПб: СММО Пресс, БГТУ, 2003.
91. *Шапоров С.Д., Родин Б.П.* Случайные процессы: учебник для вузов. - СПб: БГТУ, 2010.
92. *Яхьяева Г.Э.* Нечёткие множества и нейронные сети: учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
93. ГОСТ 34.* Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы.
94. ГОСТ 19.*; Единая система программной документации.
95. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационные технологии. Процессы жизненного цикла программных средств.
96. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Информационные технологии. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
97. ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы.
98. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 10032-2007 Эталонная модель управления данными .