Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
_____ /С.Ю. Рощин/

Одобрено на заседании Академического совета Аспирантской школы по техническим наукам
Протокол № 09/1 от «14» сентября 2020 г.

Согласовано

Академический директор Аспирантской школы по техническим наукам
_____ /С.А. Хриткин/

Программа вступительного испытания по специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 27.06.01 Управление в технических системах

Образовательная программа «Системный анализ. Математическое моделирование. Информационные технологии»

Москва, 2020

1. Область применения и нормативные ссылки

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

2. Структура вступительного экзамена

Вступительное испытание основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре «Системный анализ. Математическое моделирование. Информационные технологии» по направлению 27.06.01 Управление в технических системах состоит из двух частей: оценки индивидуальных достижений (портфолио) и оценки знаний по направлению подготовки (собеседование).

Максимальная возможная оценка за обе части вступительного испытания по специальности составляет 100 баллов.

Для участия в конкурсе по итогам вступительного испытания по специальности необходимо набрать суммарно не менее 30 баллов. Оценка за вступительное испытание по специальности от 1 до 29 баллов считается неудовлетворительной.

2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио

Максимальная возможная оценка за индивидуальные достижения (портфолио) составляет 50 баллов.

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может представить следующие документы, подтверждающие его достижения:

1) **Документы, подтверждающие опыт научно-исследовательской деятельности абитуриента.**

a. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается представлением программы конференции, диплома (сертификата) участника.

b. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.

c. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.

d. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

2) **Рекомендательное письмо** от потенциального научного руководителя планируемого диссертационного исследования, в котором отражено его согласие выступить научным руководителем абитуриента в аспирантуре, а также, при знакомстве потенциального руководителя с научной и учебной деятельностью абитуриента, ее характеристика.

3) **Описание исследовательского проекта** (не более четырех страниц), который поступающий предполагает реализовать во время обучения в аспирантуре (на русском или английском языке). Описание проекта должно содержать: а) актуальность - краткое введение в область предполагаемого исследования, текущее состояние выбранной отрасли; б) формулировку проблемы исследования и научную новизну; в) цели и задачи исследования; г) обоснование теоретической или практической значимости; д) краткое описание предполагаемых подходов и методов в решении поставленных задач.

2.2. **Критерии оценки портфолио**

Критерий оценки	**Количество баллов**
Доклады на конференциях	**Максимум 5 баллов**
с публикацией докладов (за каждую)	2 балла
без публикации докладов (за каждую)	1 балл
Публикация научных работ	**Максимум 20 баллов**
Публикация в журнале или в сборнике докладов, индексируемом в Web of Science/Scopus:	
публикация в журнале первого квартиля (Q1) без соавторов	20 баллов
публикация в журнале первого квартиля (Q1) в соавторстве	19 баллов
публикация в журнале второго квартиля (Q2) без соавторов	18 баллов
публикация в журнале второго квартиля (Q2) в соавторстве	17 баллов
публикация в журнале третьего квартиля (Q3) без соавторов	15 баллов
публикация в журнале третьего квартиля (Q3) в соавторстве	14 баллов
публикация в журнале четвертого квартиля (Q4) без соавторов	13 баллов
публикация в журнале четвертого квартиля (Q4) в соавторстве	12 баллов
публикация в журнале без квартиля без соавторов	11 баллов
публикация в журнале без квартиля в соавторстве	10 баллов
Публикация в журнале, входящем в Дополнительный перечень журналов НИУ ВШЭ:*	
без соавторов	12 баллов
в соавторстве	10 баллов
Публикация в журнале или в сборнике докладов, не индексируемом в Web of	

Science/Scopus:	
Публикация в журнале из списка ВАК без соавторов	8 баллов
Публикация в журнале из списка ВАК в соавторстве	6 баллов
Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.	**5 баллов**
Участие в научно-исследовательских проектах	**5 баллов**
Рекомендательное письмо от потенциального научного руководителя	**5 баллов**
Описание исследовательского проекта	**до 10 баллов**

* Дополнительный перечень журналов НИУ ВШЭ представлен по ссылке: https://scientometrics.hse.ru/goodjournals

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

Минимальный балл (неудовлетворительная оценка) за портфолио – до 9 баллов включительно. Для участия в конкурсе по итогам оценки индивидуальных достижений необходимо набрать суммарно не менее 10 баллов.

2.3. Структура и процедура проведения оценки знаний по направлению подготовки (собеседование)

Максимальная возможная оценка за собеседование составляет 50 баллов.

Собеседование состоит из двух частей.

1) Ответ на вопросы в соответствии с направленностью (научной специальностью) будущей научно-исследовательской работы (диссертации).

Абитуриент выбирает билет, содержащий два вопроса из представленных в программе собеседования тем.

Абитуриенту предоставляется 30 минут на подготовку. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы. Оценка за ответы по каждому из вопросов составляет максимум 15 баллов.

2) Беседа по планируемому направлению исследований. Абитуриенту необходимо раскрыть следующие вопросы: предполагаемая тема научно-исследовательской работы, формулировка проблемы, цели ее исследования, новизна. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы. Оценка за данную часть собеседования составляет максимум 20 баллов.

Собеседование проводится на русском или английском языке (по желанию абитуриента), собеседование может проводиться дистанционно с использованием информационных технологий.

2.4. Критерии оценки собеседования

Критерии оценивания ответа по вопросам программы собеседования	**Баллы**

Ответ полный, без замечаний, продемонстрированы знания по специальной дисциплине	14-15
Ответ полный, с незначительными недочетами, продемонстрированы знания по специальной дисциплине	11-13
Ответ полный, с незначительными замечаниями	6-10
Ответ не полный, с существенными замечаниями	3-5
Ответ на поставленный вопрос не дан	0-2
Критерии оценивания ответа по планируемому направлению исследований	**Баллы**
Ответ полный, без замечаний, продемонстрировано представление о планируемом направлении исследований	20
Ответ полный, с незначительными недочетами, продемонстрировано представление о планируемом диссертационном исследовании	16-19
Ответ полный, с незначительными замечаниями	11-15
Ответ не полный, с существенными замечаниями	7-10
Ответ на поставленный вопрос не дан	0-6

В случае набора абитуриентами равного количества баллов (полупроходного балла), преимущество получает абитуриент, соответствующий перечисленным ниже критериями. Критерии представлены в порядке убывания значимости.

1. оценка за собеседование;
2. оценка за индивидуальные достижения;

3. Программа собеседования

К собеседованию абитуриент готовится по темам одного из 5 блоков в соответствии с направленностью (научной специальностью) будущей научно-исследовательской работы (диссертации), указанной в заявлении о поступлении в аспирантуру.

Блок 1. Направленность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

1.1. ***Основы математического моделирования***

Основные принципы математического моделирования. Виды математических моделей. Области применения. Принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей.

Компьютерное и имитационное моделирование. Методология имитационного моделирования. Область применения. Математический аппарат имитационного моделирования. Принципы и методы построения имитационных моделей.

Компьютерные среды и языки имитационного моделирования.

1.2. Математический анализ и дифференциальные уравнения

Исследование точек оптимума и перегиба функций одной переменной с помощью производных. Полные системы функций (полиномы и тригонометрические функции). Разложение произвольной функции по полной системе функций; остаточный член.

Обыкновенные дифференциальные уравнения: теорема существования и единственности, линейные уравнения первого и второго порядков, однородные уравнения, классификация стационарных точек.

1.3. Методы оптимизации

Математическое программирование. Типы экстремумов функций многих переменных, условия локального экстремума, метод множителей Лагранжа, их интерпретация. Основные понятия выпуклого программирования. Седловые точки. Функция Лагранжа. Теорема Куна - Таккера и ее геометрическая интерпретация.

Формулировка задачи линейного программирования (ЛП). Понятия опорного плана и базиса, вырожденность и невырожденность задач ЛП, основные принципы симплекс-метода. Основные теоремы ЛП. Динамическое программирование.

1.4. Алгебра

Линейное пространство. Линейная зависимость. Базис. Системы линейных уравнений (СЛУ). Критерий совместности СЛУ. Обратная и псевдообратная матрицы.

Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы и симметричной квадратной матрицы. Диагонализация матрицы линейного оператора. Сингулярные числа прямоугольных матриц и их связь с собственными числами ассоциированных матриц. Матричные разложения.

Скалярное произведение. Ортогональность. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта.

Билинейные и квадратичные формы. Знакоопределенные и полуопределенные квадратичные формы и их свойства.

1.5. Основы теории вероятностей и математической статистики

Случайные величины. Распределение дискретных случайных величин. Характеристики распределений. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. Функции плотности распределения, свойства и квантили одномерной, двумерной и n-мерной нормальной случайной величины. Распределения хи-квадрат, Стьюдента, Снедекора – Фишера, логнормальное и равномерное.

Закон больших чисел (в форме Чебышёва) как выражение свойства статистической устойчивости среднего значения. Центральная предельная теорема.

Генеральная совокупность, выборка и ее основные характеристики (среднее значение, дисперсия, асимметрия, квантили, функции распределения и плотности). Понятие статистической гипотезы и статистического критерия. Основные понятия

теории статистических оценок и свойства оценок (несмещенность, состоятельность, асимптотическая нормальность, эффективность).

1.6. Случайные процессы и теория массового обслуживания

Случайные процессы, основные понятия, их классификация. Конечные цепи Маркова. Эргодическая теорема. Уравнение Чепмена – Колмогорова для дискретных и непрерывных цепей.

Понятие системы массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Системы массового обслуживания с отказами. Системы массового обслуживания без отказов. Поток заявок. Простейший поток. Поток с переменным параметром. Стационарные потоки. Потоки типа Пальма. Предельная теорема. Марковский поток. Уравнения Эрланга. Процесс типа «гибель и размножение».

1.7. Дискретный анализ

Комбинаторные методы дискретного анализа. Классические задачи комбинаторного анализа. Разбиения и размещения. Основные комбинаторные тождества. Задачи о кодировании информации. Перечислительные задачи о назначениях.

Элементарная теория множеств. Булева алгебра. Логика высказываний. Построение ДНФ и КНФ логической функции. Логика предикатов первого порядка. Теорема о дедукции. Теорема о полноте. Методы логического вывода.
Бинарные отношения и графы. Способы представления графов.

Пути в графе. Связность. Теорема о связанности двух вершин, имеющих нечетную локальную степень. Максимальное число ребер в графе с n вершинами и k связными компонентами. Достаточное условие связности графа с n вершинами. Деревья. Связанность любых двух вершин дерева единственным простым путем. Проблема визуализации деревьев.

Эйлеровы пути и циклы. Алгоритм построения эйлеровых циклов. Оценка сложности алгоритма. Гамильтоновы пути и циклы. Сложность задачи проверки существования гамильтонова цикла. Нахождение кратчайших путей в ориентированном графе.

1.8. Основы теории принятия решений

Классификация задач принятия решений. Этапы принятия решений. Модели индивидуального выбора. Отношения порядка и квазипорядка. Функция выбора. Понятия наследуемости и независимости. Теория полезности.

Экспертные методы в принятии решений. Принятие решений при многих критериях. Множество Парето. Процедуры выбора части множества Парето. Методы решения многокритериальных задач: методы свертки, пороговые методы.
Анализ эффективности затрат АЭЗ (методы затраты-эффект).

Системы поддержки принятия решений. Современные инструментальные средства и систе- мы поддержки принятия решений.

1.9. *Численные методы*

Численные методы линейной алгебры. Вычисление наибольшего по модулю собственного значения матрицы Прямые и итерационные методы. Способы ускорения сходимости. Градиентные методы. Методы ортогонализации.

Метод конечных разностей и конечных объемов, метод конечных элементов. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Теорема о сходимости. Корректность постановок краевых задач при их численной аппроксимации.

Основные численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Рунге-Кутты и Адамса.

1.10. ***Алгоритмы и структуры данных***

Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое программи- рование, жадная стратегия. Алгоритмы сортировки, двоичного поиска. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева. Двоичные деревья поиска, кучи, хеш-таблицы.

Машина Тьюринга. Тезис Черча. Неразрешимость проблемы останова машины Тьюринга. Анализ сложности алгоритмов. Классы задач P и NP, примеры. Сводимость задач по Карпу и Тьюрингу. NP-полнота. Теорема Кука.

1.11. Программное обеспечение

Основные виды программного обеспечения. Программные продукты и сервисы. Архитектура программных систем. Технологии проектирования программных систем. Методологии разработки программных систем: Agile, RUP, Scrum. Принципы разработки человеко-машинного интерфейса. Сетевые технологии.

Базы данных. Основы реляционной алгебры. Функциональные зависимости. Нормальные формы. Тестирование программного обеспечения. Современные вычислительные среды.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. — М.: Физматлит, 2013.
2. В. Ашихмин и др. Введение в математическое моделирование. Университетская книга, Логос. Серия: Новая университетская библиотека — 2007.
3. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука,1974.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М: Радио и связь, 1983.
5. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003
6. Кузнецов О.П., Дискретная математика для инженера. — М.: Лань, 2004.
7. Лаврищева Е.М., Петрухин В.А. Методы и средства инженерии программного обеспе- чения: Учебник. — М.: МФТИ (ГУ), 2006.

8. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. — М.: Логос, 2002.
9. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. — М.: Патент, 1996.
10. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974.
11. Оре О. Графы и их применение. — М.: Мир, 1965.
12. Самарский А. А., Гулин А.В. Численные методы. — М.: Наука, 1989.
13. Советов Б.Л., Яковлев С.А. Моделирование систем. — М.: ВШ, 1985.
14. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для студентов экономических специальностей. М., изд-во ВШЭ,1995.

Дополнительная литература

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. — М.: ЮНИТИ, 1998 (разделы 1 и 2).
2. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). — М.: Наука, 1990.
3. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
4. Алескеров Ф.Т. Пороговая полезность, выбор и бинарные отношения // Автоматика и телемеханика. 2003. №3. С. 8 - 27.
5. Алескеров Ф.Т., Ортешук П. «Выборы. Голосование. Партии» — М.: Академия, 1995.
6. Брамс С., Тейлор А. Делим по справедливости. — М.: Синтег, 2002.
7. Васин А.Л., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики. — М.: Макс Пресс, 2005.
8. Дворецкий И., Муромцев Ю.Л., Погонин В.А., Схиртладзе А.Г. Моделирование си-стем. — М.: Академия, 2009.
9. Дейт К. Дж.. Введение в системы баз данных. — М.: Вильямс, 2005.
10. Джен Л. Харрингтон. Проектирование реляционных баз данных. — Лори, 2006.

Блок 2. Направленность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации».

1. Основные понятия и задачи системного анализа

Понятие о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-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. Методы оптимизации

Математическое программирование. Типы экстремумов функций многих переменных, условия локального экстремума, метод множителей Лагранжа. Основные понятия выпуклого программирования. Седловые точки. Функция Лагранжа. Теорема Куна – Таккера и ее геометрическая интерпретация. Современные методы градиентной оптимизации. Формулировка задачи линейного программирования (ЛП), экономическая интерпретация. Понятия опорного плана и базиса, вырожденность и невырожденность задач ЛП, основные принципы симплекс-метода. Основные теоремы ЛП. Потоки в сетях. Теорема Форда – Фалкерсона. Транспортная задача. Динамическое программирование. Примеры задач, решаемых методом динамического программирования. Задача оптимального управления и принцип максимума Понтрягина.

3. Алгебра

Линейное пространство. Линейная зависимость. Базис. Системы линейных уравнений (СЛУ). Критерий совместности СЛУ. Обратная и псевдообратная матрицы. Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы и симметричной квадратной матрицы. Диагонализация матрицы линейного оператора. Сингулярные числа прямоугольных матриц и их связь с собственными числами ассоциированных матриц. Матричные разложения (сингулярное разложение, QR-разложение, LU-разложение, разложение Холецкого). Скалярное произведение. Ортогональность. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта. Билинейные и квадратичные формы. Знакоопределенные и полуопределенные квадратичные формы и их свойства. 3 Теорема Перрона-Фробениуса для неотрицательных матриц. Степенной метод отыскания максимального собственного числа и соответствующего собственного вектора; условия сходимости. Понятие группы. Нормальный делитель и фактор-группа. Решетки и полурешетки. Булева алгебра.

4. Основы теории вероятностей и математической статистики

Случайные величины. Распределение дискретных случайных величин. Характеристики распределений. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. Функции плотности распределения, свойства и квантили одномерной, двумерной и n-мерной нормальной случайной величины. Распределения хи-квадрат, Стьюдента, Снедекора – Фишера, логнормальное и равномерное. Закон больших чисел (в форме Чебышева) как выражение свойства статистической устойчивости среднего значения. Центральная предельная теорема. Генеральная совокупность, выборка и ее основные характеристики (среднее значение, дисперсия, асимметрия, квантили, функции распределения и плотности). Понятие статистической гипотезы и статистического критерия. Основные понятия теории статистических оценок и свойства оценок (несмещенность, состоятельность, асимптотическая нормальность, эффективность).

5. Игры и решения

Классификация задач принятия решений. Этапы принятия решений. Модели индивидуального выбора. Отношения порядка и квазипорядка. Функция выбора. Понятия наследуемости и независимости. Теория полезности. Экспертные методы в принятии решений. Принятие решений при многих критериях. Множество Парето. Процедуры выбора части множества Парето. Методы решения многокритериальных задач: методы свертки, пороговые методы. Анализ эффективности затрат АЭЗ (методы затраты – эффект). Нечеткие множества и алгебра нечетких множеств. Нечеткие отношения. Принцип обобщения Заде. Нечеткие числа и нечеткая арифметика. Многокритериальное принятие решений при нечетких ограничениях. Некооперативные игры. Антагонистические игры. Решение матричной игры. Понятие стратегии. Доминантные стратегии. Равновесие по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях. Кооперативные игры. Ядро. Цена игры Шепли. Простые игры.

6. Алгоритмы и вычислительная сложность

Алгоритмы и структуры данных. Асимптотический анализ сложности алгоритмов. Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое программирование, жадная стратегия. Алгоритмы сортировки, двоичного поиска. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева. Двоичные деревья поиска, кучи, хеш-таблицы. Машина Тьюринга. Тезис Черча. Неразрешимость проблемы останова машины Тьюринга. 4 Классы задач P и NP, примеры. Сводимость задач по Карпу и Тьюрингу. NP-полнота. Теорема Кука.

7. Дискретный анализ и представление знаний

Комбинаторные методы дискретного анализа. Классические задачи комбинаторного анализа. Разбиения и размещения. Основные комбинаторные тождества. Задачи о кодировании информации. Перечислительные задачи о назначениях. Бинарные отношения и графы. Способы представления графов. Пути в графе. Связность. Теорема о связанности двух вершин, имеющих нечетную локальную степень. Максимальное число ребер в графе с n вершинами и k связными компонентами. Достаточное условие связности графа с n вершинами. Деревья. Связанность любых двух вершин дерева единственным простым путем. Проблема визуализации деревьев. Формализмы, основанные на математической логике. Современные логики. Логический вывод.

Основная литература

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. — М.: ЮНИТИ, 1998 (разделы 1 и 2).
2. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). — М.: Наука, 1990.
3. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.

4. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
5. Алескеров Ф.Т., Ортешук П. «Выборы. Голосование. Партии» — М.: Академия, 1995.
6. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. — М.: Физматлит, 2013.
7. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. — М.: Высшая школа, 2003.
8. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. — М.: Физматлит, 2008.
9. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука,1974.
10. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. — 10-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2005.
11. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. — М.: Факториал Пресс, 2002.
12. А. Л. Васин, В. В. Морозов Теория игр и модели математической экономики. — М., Макс Пресс, 2005.
13. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. — М.: Наука, 1988.
14. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М: Радио и связь, 1983.
15. Винберг Э.Б. Курс алгебры. — М.: Факториал, 1999.
16. Волкова В.Н. Денисов А.А. Основы теории систем. — С.-Пб: Издательство СПбГТУ, 2004.
17. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. — М.: Мир, 5 1982.
18. Дураков Б. К. Краткий курс высшей алгебры. — М.: Физматлит, 2006.
19. Емеличев В.А. Лекции по теории графов. — М.; Наука, 1990.
20. Ерусалимский Я.М. Дискретная математика: теория, задачи, приложения. — М.: Вузовская книга, 1999.

Дополнительная литература

1. Журавлёв Ю.И., Флёров Ю.А. Дискретный анализ. Ч.1: Учебное пособие. — М.: Изд-во МФТИ, 1999.
2. Ивченко Г.Н., Медведев Ю.И. Математическая статистика. — М.: Высшая школа, 1984.
3. Калашников В.В. Сложные системы и методы их анализа. — М.: Знание, 1980.
4. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях. — М.: Радио и связь, 1981.
5. Колмогоров А.Н. и Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. — М.: Наука, 1976.

6. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. — М.: Вильямс, 2007.
7. Кузнецов О.П., Дискретная математика для инженера. — М.: Лань, 2004.
8. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. — М.: ВШ,1989.
9. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. — М.: Логос, 2002.
10. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. — М.: Патент. – 272 с.
11. Лотов А.В., Бушенков В.А., Каменев Г.К., Черных О.Л. Компьютер и поиск компромисса. — М.: Наука, 1997.
12. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974.
13. Нефедов В.Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики. — М.: Изд-во МАИ, 1992.
14. Оре О. Графы и их применение. — М.: Мир, 1965.
15. Печерский С.Л., Яновская Е.Б. Кооперативные игры: решения и аксиомы. — Европейский университет в СПб, 2004.
16. Подиновский В.В., Ногин В.Д. «Парето-оптимальные решения многокритериальных задач», — М.: Физматлит, 2007.
17. Подиновский В.В., Потапов М.А. Методы анализа и системы поддержки принятия решений. / Учебное пособие. МФТИ. — М.: Компания Спутник +. 2003. Гл.3.
18. Просветов Г. И. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: задачи и решения. — М.: Альфа-Пресс, 2009.
19. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006.
20. 40. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. — 2-ое доп. изд. — М.: Наука, 1978.
21. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. — М.: Экономика, 1999.
22. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математическая статистика. — М.: Наука, 1982.
23. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для студентов экономических специальностей. — М.: изд-во ВШЭ, 1995.
24. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. М.: изд-во МГУ, 1977.
25. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. — М.: Физматлит, 2001.

Блок 3. Направленность 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования».

1. Алгоритмические языки и программирование.

1. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Понятие об алгоритмах и способах их

представления.

2. Языки программирования. Типы данных. Выражения, операции, операторы. Объекты, инкапсуляция, полиморфизм, наследование.

3. Вычислительные процессы и потоки команд. Итерации, ветвления, циклы.

4. Параллельное программирование. Средства синхронизации потоков. Особенности параллельного программирования.

5. Процедуры. Граф-схемы алгоритмов.

6. Виды языков программирования. Отличия интерпретируемых языков от компилируемых. Декларативный, процедурный и функциональный подходы к программированию.

7. Спецификации, оформление программной документации. Надежность и правильность программного обеспечения.

8. Работа с файловой системой. Управление вводом/выводом. Потоки данных.

9. Шаблоны проектирования в объектно-ориентированном программировании. Примеры шаблонов проектирования.

2. Операционные системы.

1. Исторический очерк и классификация операционных систем. Универсальные и специальные операционные системы.

2. Требования к вычислительным ресурсам. Классификация операционных систем по методу построения ядра. Модульный принцип построения операционных систем.

3. Генерация операционных систем. Управление процессорами, памятью, внешними устройствами, файлами.

4. Физическая и виртуальная память, явление фрагментации. Связное и несвязное распределение памяти, страничное, сегментное и сегментно-страничное распределение памяти.

5. Типы организации файлов, методы и способы доступа к файлам. Виды файловых систем, их устройство.

6. Организация обмена с внешними устройствами на физическом уровне, понятие драйвера.

7. Операционная система UNIX и ее версии. Организация файловой системы, понятие оболочки, существующие инструментальные среды программирования.

8. Современные операционные системы, их виды и особенности работы и устройства.

3. Информационное обеспечение САПР.

1. Классификация данных, используемых в САПР. Основные проблемы, связанные с их хранением и обработкой.

2. Банки данных, общие требования к ним, их традиционная архитектура.

3. Функции систем управления базами данных. Модели данных. Реляционные, иерархические и сетевые базы данных.

4. Понятие о реляционной алгебре и реляционном исчислении.

5. Языки описания и манипулирования данными. Основные черты языка SQL.
6. Этапы разработки информационного обеспечения САПР. Инфологическое, концептуальное, физическое проектирование баз данных.
7. Распределенные базы данных. Стратегии распределения.
8. Особенности использования банков данных в составе информационного обеспечения САПР. Подходы к построению специализированных систем управления базами данных для САПР.

4. Лингвистическое обеспечение САПР.

1. Принципы построения языков программирования и входных языков САПР как базы лингвистического обеспечения САПР.
2. Формальные грамматики. Классификация грамматик по Хомскому. Сравнительные характеристики ограниченных, контекстно-свободных и контекстно-зависимых грамматик.
3. Базовые методы трансляции языков программирования и входных языков.
4. Регулярные грамматики. Регулярные выражения. Эквивалентность грамматик. Конечные автоматы. Методы преобразования конечных автоматов. Минимальный конечный автомат.
5. Лексический анализ. Структуры деревьев трансляции.
6. Генераторы лексических и синтаксических анализаторов. Особенности их применения.
7. Алгоритмы грамматического разбора "сверху-вниз", "снизу-вверх", "слева-направо". Этапы создания трансляторов языков программирования и входных языков САПР.
8. Основные требования к пользовательскому интерфейсу САПР. Стандарты пользовательского интерфейса.

5. Технология разработки программного обеспечения.

1. Принципы построения и методы разработки прикладного программного обеспечения САПР, архитектура современных ЭВМ и ВС, построение систем управления вычислительными ресурсами.
2. Функции, принципы и способы построения пакетов прикладных программ, реализации в них типовых алгоритмов проектирования. Этапы жизненного цикла программ, их особенности.
3. Особенности технологии программирования сложных программных комплексов. Технологии разработки программного обеспечения.
4. Структурное, модульное, объектно-ориентированное, эволюционное программирование.
5. Гибкие методики разработки программного обеспечения. Итерационная разработка.
6. Методы обеспечения качества программного обеспечения. Стандарты в области обеспечения качества.

7. Документация на проект, ее предназначение. Виды документации, оформляемой на различных этапах разработки программного обеспечения.

6. ЭВМ и периферийные устройства.

1. Требования к техническому обеспечению САПР. Системная организация ЭВМ и вычислительных систем, логическая структура и режимы функционирования ЭВМ, представление информации в ЭВМ, пути ее распространения и способы преобразования.
2. Принципы построения и организация функционирования центральной части ЭВМ, запоминающих устройств, процессоров, каналов ввода-вывода.
3. Особенности реализации устройств различных классов ЭВМ на современной элементной базе.
4. Современные методы проектирования устройств ЭВМ на различных иерархических уровнях с использованием соответствующих подсистем САПР ЭВМ.
5. Периферийные устройства ЭВМ, их конструктивные и функциональные особенности. Комплексы технических средств САПР в различных приложениях. Варианты реализации системы прерываний.
6. Методы обеспечения надежности функционирования ЭВМ и периферийных устройств. Системы контроля и диагностики, варианты их реализации в современных ЭВМ.
7. Система команд ЭВМ. Структурная схема процессора. Процессоры с сокращенным (RISC) и полным (CISC) наборами команд. Специализированные процессоры, их роль в САПР.
8. Назначение, параметры и классификация арифметико-логических устройств. Микропрограммное управление. Принципы действия управляющих автоматов с хранимой в памяти и «жесткой» логикой.
9. Распределенные информационные системы. Методы фрагментации и распределения данных. Технология «клиент—сервер».
10. Информационные хранилища. Проектирование информационных хранилищ. NoSQL базы данных

7. Машинная графика и геометрическое моделирование.

1. Понятие машинной графики, геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Возможности современной машинной графики.
2. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических и графических задач. Технические средства машинной графики.
3. Геометрическое моделирование. Классификация геометрических моделей, способы представления кривых, поверхностей в памяти ЭВМ. Способы построения объемных тел из базовых элементов формы.
4. Геометрия кривых и поверхностей в трехмерном пространстве, их параметрическое описание. Построение кривых.

5. Многочлены Безье. Построение поверхностей.
6. Математический аппарат Кунса, Безье, Эрмита, B-сплайнов, NURBS для решения геометрических задач. Алгоритмы решения метрических задач.
7. Принципы построения прикладных графических программ. Стандарты в машинной графике (на разработку графических систем, на обменные файлы и пр.). Концепция стандарта корневой графической системы.
8. Программная и аппаратная реализация отдельных алгоритмов машинной графики. Алгоритмы отсечения, афинные преобразования, проецирование, развертка, закраска, удаление невидимых линий и поверхностей.
9. Классификация графических систем и их функциональные характеристики. Обзор современных графических систем.
10. Перспективы развития графических устройств машинной графики, способы создания естественных изображений и движений на экране. Отражение, цвет, тени, фактура материала в машинной графике.

8. Моделирование систем.

1. Роль математического моделирования в САПР. Обобщенные уровни проектирования, присущие большинству областей техники. Микро-, макро- и системный уровни.
2. Характеристики математических моделей. Точность, адекватность и экономичность. Общая характеристика моделей на микроуровне.
3. Сеточные модели. Алгебраизация уравнений в методе конечных разностей. Организация вычислительного процесса при использовании методов конечных разностей и конечных элементов, пре- и постпроцессорная обработка информации в программно-методических комплексах анализа прочности.
4. Проблемы создания математического и программного обеспечения на макроуровне: аналогии фазовых переменных и уравнений в системах различной физической природы, методы формирования математических моделей систем из компонентных и топологических уравнений.
5. Моделирование на системном уровне.
6. Методы моделирования непрерывных объектов на основе аппарата передаточных функций. Методы повышения эффективности одновариантного анализа: декомпозиционные методы, учет структуры и разреженности матриц моделей, макромоделирование. Методы релаксации формы сигнала и прогнозируемых реакций.
7. Методы дискретного моделирования.

9. Оптимизация в САПР.

1. Характеристика экстремальных задач в проектировании. Многокритериальность, многопараметричность, алгоритмическая форма моделей. Множество Парето.
2. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный,

вероятностный, минимаксный.

3. Особенности постановок экстремальных задач при внешнем и внутреннем проектировании. Определение типа целевой функции, расчет весовых коэффициентов.

4. Классификация методов поиска экстремума. Оценка трудоемкости процесса поиска.

5. Методы безусловной оптимизации. Одномерная минимизация.

6. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка).

7. Градиентные методы (наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, переменной метрики).

8. Метод Ньютона, методы условной оптимизации. Условия Куна-Таккера.

9. Методы множителей Лагранжа, штрафных функций, проекции градиента.

10. Поиск максимина. Оптимизация с учетом допусков.

11. Методы центрирования и вписывания гиперфигур в область работоспособности. Дискретная оптимизация. Основные сведения из теории сложности задач выбора. Задачи полного перебора.

12. Методы ветвей и границ, локальной оптимизации, Гомори. Примеры эвристических методов оптимизации.

13. Динамическое программирование, принцип оптимальности. Связь задач оптимизации с задачами структурного синтеза.

10. Искусственный интеллект и экспертные системы.

1. Проблемы, возникающие при представлении в автоматизированных системах неформальных знаний. Формы и способы представления знаний.

2. Модели представления знаний (формальные теории, исчисление предикатов, модели на основе фреймов, продукционные системы, семантические сети). Их особенности, преимущества и недостатки, области предпочтительного применения. Представление в ЭВМ нечетких знаний.

3. Организация поиска решений, методы поиска в больших пространствах состояний (поиск в ширину и глубину, эвристический поиск в альтернативных и иерархических пространствах).

4. Экспертные системы. Их структура, разновидности, методы построения.

5. Понятие о логическом и функциональном программировании. Приемы программирования на базе языков ЛИСП и ПРОЛОГ.

6. Распознавание образов. Классификация методов.

7. Нейронные сети, принципы их работы. Нейронные сети с обратной связью.

11. Разработка САПР.

1. Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Структура САПР. Разновидности САПР. Понятие о CALS-технологиях. Системные среды САПР. Системы CAD, CAE, CAM, PDM.

2. Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода. Основные понятия системотехники. Иерархические уровни проектирования. Формализация процесса проектирования изделий при разработке САПР. Содержание технического задания на проектирование. Классификация моделей и параметров, используемых при автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры.
3. САПР – как сложная система. Виды обеспечения САПР. Модели жизненного цикла САПР. Показатели качества САПР. Цели и общие принципы управления сложными проектами. Понятие об открытых системах. Первичное прогнозирование целей проектирования. Подготовка рабочего плана.
4. Стадии, этапы и процедуры проектирования САПР: предпроектные исследования, системный проект, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, испытания и сдача в эксплуатацию.
5. Аналитические и имитационные математические модели САПР. Языки имитационного моделирования. Разработка имитационных моделей сложных систем. Сети Петри.
6. Методы структурного синтеза в САПР: ветвей и границ, поиска с запретами, искусственного интеллекта, распространения ограничений, генетические алгоритмы.
7. CASE средства в САПР. SADT функциональная модель САПР. DFD модель потоков данных в САПР. Стандарты IDEF0, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML.
8. CALS-технологии. Основные определения и решаемые задачи. Стандарты CALS-технологии. Языки SGML, XML. STEP-технология. Язык Express. Стандарты управления качеством промышленной продукции.
9. Системы автоматизированного проектирования в машиностроении: основные функции и проектные процедуры, системы AutoCad, Solid Works, Ansys. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике: основные функции и проектные процедуры, системы P- Cad, Microsim, Microcap.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. И.П. Норенков, В.Б. Маничев. Основы теории и проектирования САПР. М.: "Высшая школа", 1990.
2. Системы автоматизации проектирования в радиоэлектронике. // Справочник под ред. И.П. Норенкова. М.: "Радио и связь", 1986.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов.- М: МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.
4. Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Учебник. 2008.
5. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS- технологии.-М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.

6. Д. А. Аветисян и др. Системы автоматизированного проектирования: типовые элементы, методы и процессы. М.: Изд-во стандартов, 1985.

7. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1987.

8. Ю.Х. Вермишев. Основы автоматизации проектирования. М.: "Радио и связь", 1988.

9. Пухальский Г. И. Проектирование микропроцессорных систем. СПб: Политехника, 2001.- 544.

10. Я. А. Хегагуров. Основы проектирования управляющих вычислительных систем. М.: "Радио и связь", 1991.

11. И.С. Максимей. Имитационное моделирование. М.: "Радио и связь", 1988.

12. А.Г. Алексеенко, И.И. Шагурин. Микросхемотехника. М.: "Радио и связь", 1987.

13. И.П. Бушминский и др. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебник для ВУЗов. М.: "Радио и связь", 1989.

14. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, восьмое издание. М. Вильямс. 2005.

15. Т. Тиори, Д. Фрай. Проектирование структур баз данных. М.: "Мир". 1985.

Дополнительная литература

1. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Сетевые операционные системы. - СПб.: Питер, 2009

2. Современные операционные системы, Таненбаум Э., Бос Х., 2015.

3. Н.А. Северцев. Надежность сложных систем в эксплуатации и разработке. М.: "Высшая школа", 1989.

4. Большаков В.П. Инженерная и компьютерная графика. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

5. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. Учебное пособие // Москва. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2-е издание. 2015. – 296 стр.

6. Представление и использование знаний. // Под. ред. Х. Уэно. М. Исидзукс. М.: "Мир", 1989.

7. Э. Хант. Искусственный интеллект. М.: "Мир", 1978.

8. Рассел С. и Норвиг П. Искусственный интеллект. М.: Вильямс, 2007.

9. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание, Вильямс, 2005.

10. Томас Х. Кормен и др. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание. М.: Вильямс, 2013.

Блок 4. Направленность 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

1. **Методы и средства преобразования электрических и неэлектрических величин**

Датчики. Назначение, основные типы датчиков и физические принципы действия. Датчики угловых и линейных перемещений, скоростей, ускорений. Тензодатчики. Термоэлектрические преобразователи (терморезисторы, термопары). Оптоэлектронные преобразователи. Датчики Холла, магниторезисторы, магнитотранзисторы, магнитные варикапы. Ультразвуковые датчики. Пьезорезонансные датчики. Интерферометрические, дифракционные и волоконно-оптические датчики.

Преобразователи напряжение-частота, ток-напряжение.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Сравнительный анализ методов аналогопреобразования (параллельное считывание, поразрядное кодирование, двойное интегрирование, дельта-сигма модуляция)

Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Принципы построения (матрицы R-2R, структуры с двоично-взвешенными резисторами, широтно-импульсная модуляция). Быстродействие и точность ЦАП.

Основы теории погрешности и чувствительности преобразователей.

2. Аналоговые компоненты средств ВТ.

Операционные усилители (ОУ). Основные схемы включения. Особенности использования ОУ при однополярном питании. Частотная коррекция. Методы компенсации температурного и временного дрейфа. Усилители постоянного тока. Широкополосные усилители. Аналоговые умножители. Активные фильтры и полосовые усилители на ОУ.

Понятие компаратора. Быстродействующие и прецизионные компараторы. Использование гистерезиса для повышения помехоустойчивости.

Аналоговые ключи. Основные параметры и области применения. Использование аналоговых ключей в схемах выборки - хранения.

Стабилизаторы напряжения. Линейные и параметрические стабилизаторы. Импульсные стабилизаторы напряжения. Принципы построения, основные характеристики стабилизаторов. Образцовые источники напряжения и тока.

3. Цифровые элементы и устройства.

Методы разработки устройств на основе элементов комбинационной логики. Временные диаграммы работы импульсных цифровых элементов (триггеры, мультивибраторы, счетчики). Электрическая совместимость цифровых элементов, изготовленных на основе различных технологий (ТТЛ, ТТЛ, КМОП, ЭСЛ).

Генераторы и одновибраторы. Схемотехнические решения и сравнительный анализ RC-генераторов и кварцевых генераторов. Принципы построения генераторов специальных функций.

Передатчики и приемники цифровых сигналов для проводных линий связи. Гальваническая развязка и ретрансляция сигналов в проводных линиях связи. Оптические устройства приема/передачи информации.

Классификация интегральных микросхемы (ИМС) памяти. Постоянные и перепрограммируемые ИМС памяти (электрическое стирание, стирание ультрафиолетовым излучением). Организация и применение ИМС памяти с произвольным доступом и последовательной выборкой. ИМС памяти с последовательным интерфейсом (I2C, SPI), структура, протокол обмена информацией. Статические и динамические ОЗУ, понятие КЭШ-памяти. Программируемые логические матрицы.

Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Основные параметры и области применения в средствах ВТ.

4. Микроконтроллеры и микропроцессорные устройства.

Классификация микропроцессорных средств. Однокристальные и секционные микропроцессоры. Микропроцессоры с фиксированной системой команд и микропрограммным управлением. Понятие архитектуры микропроцессора. Сравнительный анализ микропроцессоров CISC и RISC архитектуры. Универсальные и специализированные микропроцессоры. Типовая структура микропроцессорной системы. Понятие микроконтроллера. Резидентные аппаратные модули микроконтроллеров для организации связи с внешними объектами со стандартными и специализированными интерфейсами.

Сигнальные микропроцессоры. Цифровая фильтрация с использованием дискретного преобразования Фурье.

5. Методы и средства передачи измерительной и управляющей информации.

Устройства связи с объектом управления (УСО). Основные типы УСО, принципы организации.

Интерфейсы систем управления. Классификация, основные характеристики интерфейсов. Приборные интерфейсы (IEEE 488, IEC 625.1).

Понятие стандартного интерфейса. Стандартные интерфейсы обмена информацией с периферийными устройствами. Последовательные интерфейсы: RS232C, ИРПС, I^2C, SPI, USB, RS422, RS485. Параллельные интерфейсы.

6. Диагностика и надежность функционирования средств ВТ.

Электрическая, информационная и конструктивная совместимость элементов и устройств. Компоновка, механическая прочность, электромагнитная совместимость, обеспечение тепловых режимов. Климатические испытания средств ВТ. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость.

Надежность элементов и устройств, ее количественные характеристики. Внезапные и постепенные отказы. Влияние электрических и тепловых режимов элементов на их надежности. Методы повышения надежности. Тестирование. Ускоренные методы испытаний на надежность.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. М.: Высш. школа, 1988.

2. Электроника и микросхемотехника. Учебник / Под общ. ред. Краснопрошиной - К : Высшая школа. Голов, изд-во, 1989.

3. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУТП: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1989.

4. Датчики измерительных систем. В 2 кн. Кн. 1 / Ж. Аш и др. Пер. с франц. М.: Мир, 1992.

5. Гусев В.Г.. Гусев Ю.М. Электроника - М.: Высшая школа, 1991.

6. Кузнецов В.А., Якунина Г.В. Основы метрологии. - М: Изд-во стандартов, 1995.

7. Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети. Справочник. М.: Финансы и статистика, 1996.

8. Макаров В.В., Лохин В.М., Петрыкин А.А. Дискретные системы автоматического управления теплотехническими объектами. М.: Наука; Физматлит, 1998.

9. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. 2-е изд. М.: НОЛИДЖ, 2000.

10. Смит Дж. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами: Пер. с англ. М.: Мир, 2000.

11. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия, 2-е изд. СПб.: Питер, 2001.

12. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.

13. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. М.: Мир, 2001.

14. Шмид Д. Управляющие системы и автоматика. - М: Техносфера, 2007.

Дополнительная литература

15. Наундорф У. Аналоговая электроника: основы, расчет, моделирование. –М: Техносфера, 2008.

16. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. 7-е изд. перераб. М.: Бином, Мир, 2009.

17. Базовые лекции по электронике (в 2-х томах) Том II: Твердотельная электроника/ Сборник / Под общ. ред. Пролейко В.М. - М: Техносфера, 2009.

18. Букреев И.Н., Горячев В.И., Мансуров Б.М. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. - М: Техносфера, 2009.

19. Кангин В. В., Козлов В. Н. Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры. Учебное пособие. М: Бином. Лаборатория знаний. 2011.

20. Топильский В.Б. Микроэлектронные измерительные преобразователи. Учебное пособие. М: Бином. Лаборатория знаний. 2012.

Блок 5. Направленность 05.11.15 «Метрология и метрологическое обеспечение»

1. Измеряемые величины и их меры. Системы единиц. Истинное и действительное значения измеряемой величины.
2. Однократные и многократные измерения. Точечные и интервальные оценки. Статические и динамические измерения.
3. Средства измерений. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование. Классы точности.
4. Эталоны. Классификация эталонов. Эталоны основных единиц системы СИ. Передача информации о размерах единиц от эталонов рабочим средствам измерений. Использование фундаментальных физических констант для создания системы эталонов единиц физических величин.
5. Измерительная информация. Преобразование входного измерительного сигнала. Теорема отсчетов Котельникова. Запись и хранение измерительной информации. Преобразование и передача измерительной информации.
6. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Правовые аспекты деятельности органов по обеспечению единства измерений. Государственные научные метрологические центры и территориальные органы, их полномочия и формы деятельности. Нормативно-технические документы, регламентирующие государственные испытания.
7. Метрологическая служба России. Метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, их взаимодействие с ГМС.
8. Международное сотрудничество в области метрологии. Межправительственные международные организации по метрологии.
9. Содержание и организация работ по анализу состояния измерений. Оформление результатов анализа и их реализация.
10. Метрологическая экспертиза проектов стандартов, технической и технологической документации.
11. Разработка и аттестация методик выполнения измерений (МВИ). Формирование исходных данных, в том числе требуемой точности, для разработки МВИ.
12. Выбор или разработка алгоритма обработки экспериментальных данных и правил оформления результатов измерений.
13. Поверка и калибровка средств измерений. Нормативное различие поверки и калибровки средств измерений.

14. Управление качеством продукции в соответствии с требованиями стандартов ИСО 9000.

15. Метрологическое обеспечение сертификационных испытаний.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: общая теория измерений – Спб.: Питер, 2010.

2. А.Г. Сергеев, В.В. Краюхин. Метрология. Учебное пособие для вузов, 2001.

3. Г.А. Садовский. Теоретические основы информационно-измерительной техники: Учебное пособие- М.: Высшая школа 2008, 478 с.

4. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник – М.: Юрайт 2007, 399 с.

5. К.К. Ким, Г.Н. Анисимов. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника – Спб.: Питер 2006, 368 с.

6. Я. М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация, сетрификация (3-е изд. перераб.) – М.: Высшая школа, 2007

7. Артемьев Б.Г. Поверка и калибровка стедств измерений – М.: Стандартинформ 2006, 408 с.

8. Артемьев Б.Г., Лукашов Ю.Е. Справочное пособие для специалистов метрологических служб – М.: Стандартинформ 2009.

9. М.А. Земельман. Метрологические основы технических измерений М.: Изд-во стандартов 1991, - 228 с.

10. Артемьев Б.Г. Метрология и метрологическое обеспечение – М.: Стандартинформ, 2010 – 568 с.

11. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники. Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов и др.– М.: Радио и связь 1990, 238 с.

12. П.П. Орнатский. Автоматические измерения и приборы - К.; Высш. шк. Головное изд-во, 1986 - 504 с.

13. Правиков Ю.М. Метрологическое обеспечение производства – М.: КноРус 2009, 240 с.

14. В.Д. Фрумкин, Н.А. Рубичев. Теория вероятностей и статистика в метрологии и измерительной технике - М.: Машиностроение, 1987, - 168 с.

15. Forouhi, Rahim (2012). "Optical Metrology for thin films and OCD measurements" http://www.nandk.com/

16. Bureau International des Poids et Mesures. (2005), "What is metrology", Copyright BIPM 2004, http://www.bipm.org/en/bipm/metrology/

Дополнительная литература

17. International Organization for Standardization. (2007), ISO Guide 99: International vocabulary of metrology—Basic and general concepts and associated terms (VIM), http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=45324

18. Majcen N., Taylor P. (Editors): Practical examples on traceability, measurement uncertainty and validation in chemistry, Vol 1; ISBN 978-92-79-12021-3, 2010.

19. Majcen N., Taylor P., T. Martisius (Editors): Practical examples on traceability, measurement uncertainty and validation in chemistry, Vol 2; ISBN 978-92-79-18998-2, 2011.

20. Measurement Uncertainties in Science and Technology, Grabe, Michael 2005, XII, 269 p. 47 illus.