

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ  
«МЭИ» по научной работе  
Драгунов В.К.

---

подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В  
АСПИРАНТУРУ**

**Направление – 27.06.01, Управление в технических системах**

код, название

Москва, 2020

# **1. Направленность – 05.11.16, Информационно-измерительные системы и управляющие системы (по отраслям)**

шифр, название

## **1. МЕТРОЛОГИЯ**

### **1.1. Предмет метрологии**

Основные понятия метрологии. Измерение, физическая величина (ФВ), значение ФВ, единица ФВ. Единство измерений. Средства измерений (СИ). Виды СИ. Основные метрологические характеристики СИ. Классификация измерений (прямые, косвенные, совместные, совокупные). Методы измерений (метод непосредственной оценки; методы сравнения). Динамические измерения.

### **1.2. Понятие погрешности**

Истинное и действительное значение ФВ. Классификация погрешностей. Погрешность результата измерения и погрешности средств измерений. Классы точности СИ. Способы нормирования пределов допустимых погрешностей. Нормальные и рабочие условия применения СИ. Обозначения классов точности СИ. Методы коррекции погрешности измерений.

### **1.3. Формы представления результатов измерения**

Обработка прямых измерений. Многократные прямые измерения. Обработка косвенных измерений. Расчёт погрешности результата косвенного измерения.

## **2. ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

### **2.1. Цифровая обработка сигналов (ЦОС). Основные понятия**

Определение понятия “ЦОС”. Цели и задачи ЦОС. Методологический и технологический факторы развития ЦОС. Структурная схема типового блока ЦОС. Дискретизация и квантование сигналов.

### **2.2. Цифровая фильтрация**

Цифровая фильтрация. Свойства цифровых фильтров. Анализ цифровых фильтров во временной и частотной области. Метод проектирования цифровых фильтров на основе дискретной свертки. Частотные характеристики цифровых фильтров. Условия неискаженной передачи сигналов. Способы

описания цифровых фильтров. Критерии устойчивости цифровых фильтров. Примеры анализа устойчивости.

### **2.3. Практическое применение цифровых фильтров**

Примеры практического применения цифровых фильтров. Алгоритм “скользящего среднего”. Сглаживание экспериментальных данных. Примеры нелинейной цифровой фильтрации.

### **2.4. Проектирование цифровых фильтров**

Основные этапы проектирования. Методы расчета цифровых фильтров. Примеры. Анализ источников погрешности цифровых фильтров. Преобразование фильтров.

## **3. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ**

### **3.1. Общие сведения о процессорах цифровой обработки сигналов (ПЦОС)**

Обзор основных разновидностей ПЦОС и их классификация. Сравнение характеристик и основные критерии выбора. ПЦОС, выпускаемые компаниями Texas Instruments, Analog Devices, Intel, Motorola.

### **3.2. Базовая архитектура ПЦОС**

Основные узлы ПЦОС. “Гарвардская архитектура”. Конвейерный режим работы ПЦОС. Специальные команды для цифровой обработки сигналов.

### **3.3. Технические системы, реализованные на основе ПЦОС**

Технические системы, реализованные на основе ПЦОС. Измерительные установки, системы и комплексы на основе ПЦОС. Программные и технические средства отладки систем.

### **3.4. Типовые методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов**

Типовые методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье. Особенности применения ПЦОС в информационно-измерительной технике, в технике управления быстротекущими процессами, робототехнике, системах обработки изображений и других областях.

### **3.5. Многопроцессорные системы обработки и сбора данных**

Принципы организации многопроцессорности в системах. Примеры реализованных многопроцессорных систем. Построение высокопроизводительных кластеров.

## **4. ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ**

### **4.1. Измерительно-вычислительные системы и комплексы**

Области применения измерительно-вычислительных средств (ИВС). Задачи и возможности компьютерных измерений. Аппаратурные и программные средства ИВС. Сигналы измерительной информации (классификация). Математическое описание аналоговых и дискретных сигналов во временной и частотной областях. Особенности цифровых систем. Анализ погрешностей.

### **4.2. Современные модели аналого-цифровых преобразователей**

Номенклатура метрологических характеристик современных моделей аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Особенности применения АЦП. Оценка погрешностей АЦП. Оптимизация выбора точности и быстродействия АЦП в зависимости от свойств обрабатываемого сигнала, алгоритма и скорости обработки. Дополнительные погрешности, вносимые АЦП.

### **4.3. Компьютерные информационно-измерительные системы**

Структурные схемы компьютерных информационно-измерительных систем (ИИС). Стандартные интерфейсы: назначение, особенности, области применения. Цифровые процессоры сигналов и их применение в ИИС. Погрешности компьютерных измерений: источники погрешностей; анализ погрешностей путем моделирования на ПК.

### **4.4. Средства компьютерных измерений**

Средства компьютерных измерений (классификация). Интеллектуальные датчики, цифровые измерительные приборы, СИ на базе ПК со встроенными измерительными платами, виртуальные СИ: назначение, технические возможности, области применения, примеры современных средств компьютерных измерений.

### **4.5. Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений**

Проведение экспериментальных исследований с помощью компьютерных средств измерений: анализ постановки задачи, выбор первичных преобразователей и компьютерных средств измерений. Предварительная обработка измерительной информации с помощью ПК: выявление и устранения промахов и дрейфа, линеаризация, фильтрация, нормализация данных. Анализ погрешностей компьютерных измерений. Примеры построения, программного обеспечения и применения КИИС.

#### **4.6. Первичный анализ экспериментальных данных**

Изучение объекта исследования, постановка задачи исследования, выбор режима получения экспериментальных данных. Характеристика типов экспериментальных данных. Алгоритмы первичного анализа данных.

### **5. ИНТЕРФЕЙСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

#### **5.1. Общие положения и определения**

Понятие интерфейса. Общие положения и определения. Условия функциональной, электрической и конструктивной совместимости устройств в измерительной системе. Параметры линий связи интерфейсов: электрические, динамические и энергетические характеристики. Основные типы линий связи. Особенности применения в каналах связи.

#### **5.2. Приборный интерфейс (ПИ)**

Приборный интерфейс (ПИ). Организация работы измерительных устройств в системах с ПИ. Функциональные возможности средств измерения с ПИ.

Основные алгоритмы работы систем с ПИ. Примеры программирования системных мультиметров и генераторов сигналов.

#### **5.3. Интерфейсы последовательного типа**

Принцип действия и основные характеристики. Структура последовательного канала связи. Временные диаграммы последовательного интерфейса, условия обеспечения надежности передачи информации по последовательному каналу связи. Декодирования последовательных потоков данных и обнаружение ошибок.

#### **5.4. Интерфейсы RS-232C, RS-422, RS-423, RS-485, USB**

Электрические и конструктивные требования стандартов. Типы устройств и протоколы передачи данных. Алгоритмы функционирования систем с USB шиной.

### **Основная литература**

1. Калашников В.И., Раннев Г.Г., Суругина В.А. Информационно-измерительная техника и технологии. Учебник. Серия: Высшее профессиональное образование. М.: Академия. 2007. – 512 с.

2. Амосов В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 542 с.

3. Чекушкин В.В., Булкин В.В. Вычислительные процессы в информационно-измерительных системах. – М.: Академия. 2009.
4. Круг П.Г. Применение компьютерных измерительных устройств на основе приборного интерфейса. – М.: МЭИ, 1997.
5. Основы построения информационно-измерительных систем: Пособие по системной интеграции. / Н.А. Виноградова, В.В. Гайдученко, А.И. Карякин и др; под ред. В.Г. Свиридова. М.: Издательство МЭИ, 2004. – 268 с.
6. Виноградова Н.А., Филаретов Г.Ф. Системы автоматизации теплофизического эксперимента. Уч. пособие для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007.
7. Авдеев В.А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование. – М.: ДМК Пресс, 2009.
8. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. / Пер. с англ. Ю.А. Заболотной – М.: Техносфера. 2004.

#### **Дополнительная литература**

1. Быков А.П., Солодов Ю.С. Компьютерные измерения. – М.: МЭИ, 1998.
2. Косарев Е.Л. Методы обработки экспериментальных данных. – М.: Физматлит, 2008. – 208 с.
3. Фишер-Криппс А. С. Интерфейсы измерительных систем: Справочное руководство – М.: Изд. Дом «Технологии». 2006.
4. Рубичев Н.А. Измерительные информационные системы. Серия: Высшее образование. - М.: Дрофа. 2010.
5. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. – М.: Издательский дом «Академия», 2008. – 336 с.
6. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. – М.: Техносфера, 2007.

## **2. Направленность – 05.13.01, Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)**

шифр, название

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

### **2. Программные средства для автоматизированных систем управления и обработки информации**

Программное обеспечение автоматизированной системы управления – основные функциональные компоненты. Классификации программного обеспечения АСУ по способам его получения.

Приобретаемое (проприетарное) программное обеспечение: основные поставщики и примеры предлагаемых ими программных средств для применения в АСУ.

Разрабатываемое программное обеспечение: применяемые инструментальные средства. Классификации языков программирования по назначению и по степени универсальности в применении. Примеры языков программирования разных классов. Основные идеи объектно-ориентированного программирования: понятия объекта и класса, принципы инкапсуляции, наследования и полиморфизма.

Основные этапы проектирования программного обеспечения (ПО) систем автоматизации и управления. Стратегии разработки программных средств: водопадная, инкрементная, эволюционная. Области применения технологий «тяжелого проектирования» и «быстрой разработки» программ. Достоинства и недостатки технологий RAD и экстремального программирования. Факторы критичности и масштаба. Задачи управления проектом разработки ПО.

Задача импортозамещения в области программного обеспечения. Назначение «Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Свободное программное обеспечение – определение. История возникновения и развития. Примеры СПО разного назначения. Преимущества и проблемы, связанные с использованием СПО.

### **3. Общая характеристика объектов и систем автоматического управления**

Объект автоматического управления. Задачи управления объектом. Принципы автоматического управления. Функциональные схемы и уравнения систем их реализации. Сравнительная характеристика принципов.

Модели описания динамических систем: модель «вход-выход», модель в пространстве состояний. Линейные динамические звенья. Их операторные, частотные и временные характеристики. Звенья с неминимально-фазовой, неустойчивой, иррациональной, трансцендентальной передаточной функцией. Примеры. Особенности их характеристик.

Способы соединения звеньев. Построение модели системы в форме структурной схемы. Правила структурных преобразований. Определение передаточной функции между произвольными входами и выходами системы.

#### **4. Динамика линейных систем автоматического управления**

Постановка задачи исследования устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости - Гурвица, Рауса, Льенара-Шипара. Частотные критерии устойчивости - Михайлова, Найквиста. Сравнительная характеристика критериев устойчивости.

Выделение областей устойчивости в пространстве параметров. Метод D-разбиения.

Показатели качества. Точность в установившемся режиме при стандартных управляющих воздействиях. Частотные методы исследования качества переходных процессов. Корневые методы оценки качества переходных процессов.

Методы коррекции линейных систем. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам.

#### **5. Динамика нелинейных систем автоматического управления**

Математические модели описания нелинейных систем. Метод фазовой плоскости исследования динамики. Достоинства и ограничения метода. Свойства фазовых траекторий. Топология фазового портрета релейной системы.

Периодические режимы и автоколебания. Скользящий режим. Системы с переменной структурой.

Общая характеристика метода гармонической линеаризации. Комплексный коэффициент усиления нелинейного звена. Его свойства и методика определения. Анализ автоколебаний в нелинейных системах. Определение устойчивости автоколебаний.

#### **6. Устойчивость нелинейных систем**

Определение по Ляпунову устойчивости положения равновесия и движения. Устойчивость в малом, в большом, в целом.

Первый метод Ляпунова. Назначение, исходные предпосылки, возможности и ограничения метода.

Второй (прямой) метод Ляпунова. Назначение, исходные предпосылки, возможности и ограничения метода. Геометрическая интерпретация теорем об устойчивости.

Абсолютная устойчивость. Критерий В. М. Попова при различных свойствах устойчивости разомкнутой системы. Критерии Гелига, Цыпкина, Чо-Нарендры.

## **7. Методы оптимального управления**

Постановка задачи оптимального управления. Методы классического вариационного исчисления и их применение для решения задач оптимального управления. Принцип максимума. Метод динамического программирования

## **8. Статистические и нейросетевые методы обработки и анализа данных**

Случайные события и вероятности их осуществления. Понятие случайной величины. Генеральная совокупность и правила формирования выборки. Основные свойства точечных оценок: состоятельность, несмещённость, эффективность. Понятие интервальной оценки параметра.

Шкалы измерений. Способы определения силы связи между переменными, коэффициенты корреляции.

Постановка задачи и предположения регрессионного анализа (РА). Проверка гипотез о параметрах регрессионной модели. Проверка адекватности регрессионной модели. Влияние несоблюдения предположений РА на точность результатов.

Основные характеристики и компоненты временного ряда. Сглаживание временного ряда, определение тренда основных компонент. Выявление сезонной составляющей.

Постановка задачи классификации и кластеризации. Иерархические и неиерархические (плоские) методы кластеризации. Меры близости и расстояния. Критерии качества кластеризации. Бинарная и многоклассовая классификация. Способы обучения и тестирования классификаторов. Критерии качества классификации. Ансамблевые (коллективные) методы классификации, принципы построения, примеры. Способы визуализации многомерных данных.

Модель искусственного нейрона. Архитектуры искусственных нейронных сетей (ИНС) и основные подходы к их обучению. Многослойный персептрон и способы его обучения. Прикладные задачи, решаемые с помощью ИНС.

## **Рекомендуемая литература**

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.

4. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
5. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы – 2-е изд., - М.: Физматлит, 2007. – 312 с.
6. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы – 2-е изд., - М.: Физматлит. 2007. – 440 с.
7. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. Под редакцией А. В. Нетушила. – М.: Высшая школа. 1976. – 424 с.
8. Теория автоматического управления. Нелинейные системы, управление при случайных воздействиях: Учебник для вузов. Под редакцией А.В. Нетушила. – 2-е изд., - М.: Высшая школа, 1983. – 432 с.
9. Орлов А.И. Прикладная статистика. М.: Экзамен, 2006. - 671 с.
10. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: Форум, 2008 - 464 с.

### **3. Направленность – 05.13.06, Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)**

---

шифр, название

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. Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами (АСУП). Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.

Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и импульсная функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Функции Ляпунова.

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

Методы синтеза обратной связи. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость.

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

Управление при действии возмущений.

Управление в условиях неопределенности.

Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы - самооптимизация.

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 импульсная функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами.

Устойчивость дискретных систем. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений. Элементы теории реализации динамических систем.

Автоколебания нелинейных систем. Теоремы об устойчивости предельных циклов. Дифференциаторы выхода динамической системы. Управление системами с последействием.

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

Постановка задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Классификация методов безусловной оптимизации. Градиентные методы. Метод Ньютона и его модификации. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Методы внешних и внутренних штрафных функций.

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. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Функция полезности. Методы нормализации критериев. Деревья решений. Принятие решений в условиях неопределенности. Виды неопределенности. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Методы синтеза САУ с нечеткими регуляторами.

Понятие данных, системы данных. Объекты данных. Атрибуты объектов. Значения данных. Идентификаторы объекта данных, ключевые элементы данных. Понятие записи данных. Файлы данных. Базы данных. Требования, предъявляемые к базам данных. Распределенные базы данных.

Модели данных. Реляционная модель данных. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Взаимосвязи между объектами и атрибутами.

Системы управления базами данных. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных. Стандарты на обмен данными между подсистемами АСУ.

Проектирование баз данных. Жизненный цикл базы данных. Концептуальная модель. Логическая модель. Словари данных, их назначение, интегрированные и независимые словари данных.

Языки, используемые в базах данных. Языки описания данных. Языки манипулирования данными. Уровни абстракции для описания данных.

Организация программного обеспечения АСУ. Технологии структурного и объективно-ориентированного программирования. Конструирование абстрактных типов данных. Инкапсуляция данных и методов их обработки в классах объектов. Иерархия классов. Базовые и производные классы. Простое и множественное наследование. Перегрузка методов и операций обработки данных в классах объектов. Абстрактные классы. Полиморфная обработка данных. Виртуальные интерфейсы. Параметризация типов данных в классах и функциях. Типовые структуры описания абстрактных данных (массив, стек, очередь, двоичное дерево). Программирование математических структур (матрицы и конечные графы). Методы программной обработки данных. Итерация и рекурсия. Сортировка и поиск. Криптообработка и сжатие данных. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов. Ввод-вывод данных. Обработка файлов.

Технологии программирования. Методические и инструментальные средства разработки модульного программного обеспечения АСУ. Компиляция и редактирование связей. Верификация и отладка программы. Автоматизация разработки программных проектов. Программная документация.

Виды и компоненты программного обеспечения. Операционные системы. Трансляторы. Эмуляторы. Прикладное программное обеспечение. Понятие системы сквозного проектирования.

Моделирующие системы в АСУ. Математические модели отдельных компонент схемы. Формирование комплексной модели проектируемого объекта на основе моделей отдельных компонентов.

Состав и структура графической подсистемы АСУ. Базовая графическая система. Прикладная графическая система. Лингвистический и геометрический процессоры. Процессоры визуализации и монитор графической подсистемы. Архитектура графических терминалов и рабочих станций.

Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУП, АСПП и др. Модели и методы идентификации



