

**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор БГТУ им. В.Г. Шухова  
проф. С.Н. Плаголев  
« 29 » 2017 г.

## **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ**

по дисциплине Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

(специальность, иностранный язык, философия)

по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах

(шифр и наименование направления подготовки в аспирантуре)

направленность программы Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

(наименование направленности образовательной программы подготовки в аспирантуре)

### **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» обусловлена необходимостью общей подготовки повышения квалификации по данному направлению для последующего обучения в аспирантуре и сдачи кандидатского экзамена по курсу «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Целью программы является подтверждение поступающими в аспирантуру теоретических знаний в области основных разделов математической науки, проявление методологической культуры, профессиональной компетенции, позволяющих обеспечить в будущем подготовку в аспирантуре к сдаче кандидатского экзамена по курсу «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по курсу «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» разработана ведущими специалистами кафедры высшей математики БГТУ им. В.Г.Шухова в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего образования по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Наименование тем, их содержание, рекомендуемая литература

#### Тема 1. Теория автоматического управления

Принципы построения автоматических систем управления. Реализация принципов на функциональном уровне. Законы управления. Способы реализации законов управления линейного, нелинейного и псевдолинейного классов. Передаточные функции систем. Статические и астатические системы и их передаточные функции. Виды воздействий и оценка точности их обработки астатическими системами с различным порядком астатизма.

Устойчивость линейных и нелинейных систем по Ляпунову. Особенности и виды устойчивости нелинейных систем. Частотные методы оценки устойчивости линейных и нелинейных систем.

Методы оценки качества систем управления во временной, частотной областях и в плоскости корней.

Методы синтеза непрерывных и дискретных систем. Методы анализа нелинейных систем управления. Системы с перестройкой структуры. Способы организации скользящего режима.

Методы оптимизации детерминированных систем. Критерии оптимизации. Ограничения. Применение принципа максимума Понтрягина для синтеза управляющего устройства систем с объектами управления 2 порядка с вещественными и комплексно-сопряженными корнями. Определение и классификация импульсных систем. Импульсный элемент и его математическое описание. Теорема Котельникова. Свойства Z-преобразования. Дискретная передаточная функция и частотные характеристики импульсных систем.

Методы анализа устойчивости и качества импульсных систем. Аналитический метод синтеза импульсных систем управления.

Системы управления робастного класса. Методы оценки устойчивости. Критерии робастной устойчивости.

Случайные процессы и их вероятностное описание. Свойства вероятностных характеристик.

Анализ систем стохастического класса при случайных воздействиях во временной и частотной областях. Методы идентификации стохастических систем. Уравнение Винера-Хопфа и способы его решения.

Синтез оптимальных систем по минимуму среднеквадратической ошибки. Необходимое и достаточное условие минимума. Методика синтеза оптимальных систем с учетом ее физической осуществимости.

## **Тема 2. Автоматизация технологических процессов и производств**

Общие принципы построения систем автоматизации (СА) технологических процессов и производств (ТП и П). Типы производств и их классификация. Управление производством и ТП.

Основные принципы автоматизации управления ТП. Виды систем автоматизации и управления (СА и У) ТП.

Особенности построения АСР расхода, уровня, температуры, соотношения расходов (по выбору комиссии).

Расчет настроек регуляторов одноконтурных АСР (на примере одного из «точных» методов).

Инвариантные АСР. Принципы построения. Особенности расчета настроек. Каскадные АСР. Принципы построения. Особенности расчета настроек.

Системы программно-логического управления: назначение и принцип построения.

Исполнительные устройства систем автоматики (пневматические, гидравлические или электрические - по выбору комиссии). Основные характеристики. Виды расчетов.

Прочитать ФСА того или иного производства (процесса). Прочитать принципиальную электрическую (пневматическую) схему автоматизации.

## **Тема 3. Моделирование объектов и СУ**

Понятия «модель» и «моделирование». Виды моделей, требования к моделям. Методы построения и исследования моделей, сравнительный анализ. Типовые математические модели объектов и СУ. Операторные модели. Модели в пространстве состояния. Конечные автоматы. Марковские случайные процессы.

Цифровое моделирование объектов и СУ. Методы дискретизации непрерывных моделей. Построение временных динамических процессов. Идентификация математических моделей объектов и СУ. Основные понятия. Методы идентификации, сравнительный анализ.

Способы задания математической модели (модели «серого» и «черного» ящика). Классификация моделей по времени, виду зависимости, уровню формализации. Понятие о задаче идентификации. Место идентификации в общей проблеме математического моделирования. Примеры структурных схем, включающие процесс идентификации объекта.

Регрессионный анализ. Основное уравнение МНК. Гипотезы и методика классического МНК. Свойства МНК-оценок.

#### **Тема 4. Численные методы**

Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений (аналитический способ отделения корней; методы уточнения корней: дихотомии, хорд, касательных, касательных (упрощенный), комбинированный, итераций; оценка погрешности приближений).

Решение систем линейных уравнений (методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента, Гаусса-Жордана, простых итераций, Зейделя; применение метода Гаусса для вычисления детерминантов; применение метода Гаусса для обращения матриц).

Интерполяция функций (теорема существования и единственности интерполяционного полинома; интерполяционные полиномы Ньютона; интерполяционный полином Лагранжа; экстраполяция; обратная интерполяция; оценка погрешности приближения функции интерполяционным полиномом; выбор оптимальных узлов интерполяции; сплайн-интерполяция).

Приближенное вычисление определенных интегралов (квадратные формулы: прямоугольников, Ньютона-Котеса (трапеций, Симпсона), Чебышева, Гаусса; оценка погрешности квадратурных формул).

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (методы Эйлера, Эйлера (уточненный), Адамса, Рунге-Кутта 4-го порядка, Милна; численное решение систем дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений высших порядков).

Математическая обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

#### **Тема 5. Робототехнические системы**

Основы кинематики и конструкции манипуляторов промышленных роботов (ПР). Системы осей манипулятора. Прямая и обратная задачи о положении манипулятора. Классификация управляющих систем роботов. Поколения роботов и их отличия от поколений ЭВМ. Программное управление промышленными роботами. Цикловое, позиционное и контурное управление. Стадии проектирования систем логического управления (СЛУ). Отличия в стадиях при аппаратной и программной реализациях.

Понятие о правильных сетях Петри. Живость и безопасность сетей. Входные и выходные позиции сети Петри. Условия срабатывания переходов сети Петри.

Граф операций и его использование при моделировании систем логического управления (СЛУ). Стандартная позиционная структура построения систем управления (СтПС). Написание уравнений блоков СтПС.

Сенсорные устройства очувствления ПР и область их применения. Основные методы обработки сенсорной информации. Типы передающих камер роботов. Их общая характеристика. Видиконовая трубка.

SCARA-роботы. Их создатель. Основы языка SCOL. Группы команд. Пространственное квантование изображения и квантование по интенсивности. Понятие пикселя. Понятие уровня серого.

Методы сглаживания: усреднение окрестности, усредненная фильтрация, усреднение изображения. Определение кромок. Маски Собеля и Лапласа. Понятие о цепном коде.

### **Тема 6: Технические средства автоматизации**

Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Назначение, принцип построения и структура. Унификация и стандартизация ГСП. Принцип агрегатирования.

Основные понятия об элементах систем автоматизации. Классификация элементов автоматических систем.

Узлы пневматических устройств автоматики. Дросселирующие, емкостные элементы. Механо-пневматические преобразователи сигналов. Преобразователи рода энергии. Электropневматические и пневмоэлектрические преобразователи. Пневматические исполнительные механизмы.

Элементы регулирующих устройств пневмоавтоматики. Элементы сравнения и сумматоры, повторители и усилители мощности, пневмореле и пневмораспределители, вычислительные и функциональные устройства.

Электрические элементы автоматики. Электронные средства автоматизации. Полупроводниковые линейные и нелинейные преобразователи аналоговых сигналов. Промышленные полупроводниковые устройства автоматики. Аналоговые и импульсные регулирующие блоки. Полупроводниковые формирователи типовых законов управления.

Измерительно-преобразовательные средства автоматизации. Потенциометрический, индуктивный и емкостные преобразователи перемещения.

Программные средства автоматизации. Лингвистические средства программирования МК. программное обеспечение связи с объектом автоматизации. SCADA-система. ОС реального времени.

Операционный усилитель (ОУ), как функциональный элемент аналоговой схемотехники. Структура. Идеальная модель и обоснование инженерного подхода к расчету схем на реальных ОУ (примеры функциональных блоков с основными расчетными соотношениями). Погрешности схем с ОУ.

Дифференциальный каскад (ДК), как основа схемотехники усилителей постоянного тока (УПТ). Модели ДК в различных режимах, основные характеристики в области переменных составляющих. Методы улучшения характеристик ДК.

Структурная организация микроконтроллеров семейства МК-51. Фирмы-изготовители контроллеров семейства МК-51 и особенности выпускаемых ими контроллеров. Распределение памяти контроллеров семейства МК-51.

Применение универсального асинхронного приемо-передатчика для организации мультимикроконтроллерных систем. Система команд микроконтроллеров семейства МК-51. Таймеры, прерывания.

Организация взаимодействия микроконтроллера с объектом управления:  
а) ввод информации с датчиков; б) вывод управляющих сигналов; в) реализация функций времени; г) преобразование кодов.

## **Тема 7. Проектирование систем автоматизации на базе вычислительных средств**

Этапы проектирования. Ограничения при проектировании.

SCADA-система GoodHelp. Основы работы. Основные задачи, решаемые SCADA-системами. Архитектура типовой SCADA-системы. Обмен данными в SCADA-системе.

Унифицированное комплектующее оборудование систем автоматизации микропроцессорного класса.

Устройства удаленного и распределенного сбора данных и управления серии I-7000. Краткие характеристики и назначение. Промышленные контроллеры серии I-7188. Краткие характеристики и назначение.

Коммуникационные модули (адаптеры RS-232/422/485; повторители интерфейсов, конверторы интерфейсов, радиомодемы).

Современное состояние и тенденции развития ВС. Понятие архитектуры ВС. Модель вычислений Фон-Неймана. Параллельные ВС. Систолические алгоритмы и ВС их реализующая.

Технология передачи данных в распределенных ВС. Понятие о способах коммутации сообщений. Коммутация пакетов. Функции, реализуемые при коммутации пакетов. Аппаратура передачи данных. Модемы.

Эталонная модель взаимодействия открытых систем. Характеристика уровней взаимодействия. Преимущества и недостатки управления, распределенного по уровням.

Сети ЭВМ. Топология. Физические элементы. Протоколы.

Основы программирования на машинно-ориентированных языках. Регистровая структура процессоров I86. Сегментная адресация. стек. Ввод-вывод в языке ассемблера. Графика в машинно-ориентированных языках. Понятие прерываний. Организация прерываний от внешних устройств (таймер).

## **Тема 8. Информационные системы и инструментарий программирования**

Общие представления о процессе управления с точки зрения информации. Техническое обеспечение информационных технологий управления. Программные средства информационных систем управления. Основные задачи программного обеспечения баз данных.

Жизненный цикл информационных систем, ее основные компоненты. Цели и проблемы при проектировании баз данных. Базы данных в структуре информационных систем. Требования, предъявляемые к базам данных. СУБД. Понятия первичного и вторичного ключа, индекса. Понятие транзакций. Способы обеспечения целостности данных.

Физическая организация данных в СУБД. Последовательное и связанное распределение памяти. Статическое и динамическое распределение памяти. Методы поиска и индексирования файлов.

Интеллектуальные информационные системы.

Инструментарий технологии программирования. Языки и среды программирования – состав, назначение, классификация. Современные возможности языков и сред программирования. Транслятор, компилятор, интерпретатор: определение и назначение.

Понятие структуры данных. Классификация структур данных. Основные типы данных, их особенности. Способы представления в памяти ЭВМ переменных различных типов. Формы представления чисел в ЭВМ. Размещение в памяти ЭВМ массивов, множеств, записей, строк.

Статические и динамические переменные. Динамические структуры данных. Виды списков. Стек. Очередь. Кольцо. Реализация простейших операций при работе со стеком – занесение элемента в стек, извлечения из стека. Примеры задач, решаемых с помощью списка.

Понятие «эффективность» и «оптимизации» программ. Критерии оптимизации программного кода. Способы оптимизации по затратам процессорного времени, по затратам памяти. Примеры оптимизации программного кода.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Маматов А.В., Подлесный Н.И., Рубанов В.Г. «Робастная устойчивость линейных систем автоматического управления»: учебное пособие: Белгород-Изд-во БелТАСМ, 1997г.-78с.
2. Ротач, В.Я. «Теория автоматического управления: учебник для студ. вузов»/ В.Я. Ротач.-2-е изд., перераб. и доп..-М.:МЭИ, 2004.-398 с.
3. «Теория автоматического управления: учебник для вузов» / под ред. В.Б. Яковлева. –М.: Высшая школа, 2003.- 566 с.
4. Подчукаев, В.А. «Аналитические методы теории автоматического управления»/ В.А. Подчукаев.- М.: Физматлит, 2002.- 256 с.

5. Бесекерский, В.А. «Теория систем автоматического управления»/В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. 4-е изд., перераб. и доп.-СПб.:Профессия, 2003.-747 с.
6. Рубанов В.Г., Филатов А.Г. «Интеллектуальные системы автоматического управления нечеткое управление в технических системах»: Учебное пособие: Белгород-Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005 г.-171 с.
7. Федоров Ю.Н. «Основы построения АСУТП взрывоопасных производств»: 2 тома, НПО СИНТЕГ-2006.
8. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов / под ред. Е.Г. Дудникова. – М.:Химия, 1987.
9. Рубанов, В.Г. Теория автоматического управления (нелинейные, оптимальные и цифровые системы): учеб. пособие / В.Г. Рубанов. – Ч. II. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. – 256 с.
10. Рубанов, В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учеб. пособие / В.Г. Рубанов. – Ч. I. – 2-е изд., стер. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 199 с.
11. Рубанов, В.Г. Теория автоматического управления (статистическая динамика систем управления): учеб. пособие / В.Г. Рубанов. – Ч. III. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 126 с.
12. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. –СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
13. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника.- М.: Мир, 1989. – 624 с.
14. Величко, Д.В. Полупроводниковые приборы и устройства: Учеб. пособие. / Д.В. Величко, В.Г. Рубанов.- Белгород: Политерра, 2006.- 184 с.
15. Лачин, В.И. Электроника: Учеб. пособие. – 4-е изд. / В.И. Лачин, Н.С. Савелов.-Ростов н/д: Феникс, 2004.-576 с.
16. Башарин С.А., Федоров В.В. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля: учебное пособие.- М.: Академия, 2004.- 303 с.
17. Информационные технологии управления: Учебное пособие для вузов / под ред. проф. Г.А. Титоренко.- М.:ЮНИТИ, 2003 г.
18. Голенищев Э.П., Клименко И.В. Информационное обеспечение систем управления. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов н/д: Феникс, 2003.-352 с.



Программа разработана базовой кафедрой по направленности образовательной программы технической кибернетики  
(наименование кафедры)

Составитель (составители) программы:

д-р. техн. наук, проф.

(ученая степень и звание, подпись)

Рубанов В.Г.

(инициалы, фамилия)

канд. техн. наук

(ученая степень и звание, подпись)

Порхало В.А.

(инициалы, фамилия)

Заведующий (ая) кафедрой:

д-р. техн. наук, проф.

(ученая степень и звание, подпись)

Рубанов В.Г.

(инициалы, фамилия)