

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

на направление подготовки магистратуры

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

по образовательным программам

«Системы автоматизированного управления в металлургии»

«Системы автоматизированного управления в нефтегазопереработке»

«Системы автоматизированного управления в горном деле»

«Системы автоматизированного управления в машиностроении»

**Санкт-Петербург
2019**

Программа вступительного испытания на направление подготовки **15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень магистратуры)** разработана на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата)** и утверждена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств (протокол № 1 от 30.08.2019 г.).

I. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания

Вступительное испытание на направление подготовки магистратуры **15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств** проводится в виде письменного экзамена, включающего в себя 50 тестовых заданий и 2 вопроса, требующих развернутого письменного ответа. Продолжительность вступительного испытания 2 (два) астрономических часа.

На вступительном испытании соискатель должен продемонстрировать основные компетенции, сформированные в результате освоения дисциплин: «Теория автоматического управления», «Моделирование систем и процессов», «Вычислительные машины, системы и сети», «Средства автоматизации и управления», и смежных с ними дисциплин в высшем учебном заведении по программам бакалавриата.

II. Методические указания к программе вступительного испытания

Основной целью вступительного испытания в магистратуру является подтверждение способности усваивать учебный материал программы, для чего требуются знания:

- знание основной терминологии, относящейся к автоматизации технологических процессов и производств;
- знание нормативно-правовых документов в области автоматизации технологических процессов и производств;

- знание фундаментальных понятий и принципов математического моделирования технологических объектов;
- знание современных методов обработки, систематизации и интерпретации экспериментальных данных;
- знание научно-методологических основ исследования статических и динамических характеристик технологических объектов;
- знание устройства и областей применения технических средств автоматического измерения технологических параметров;
- знание основ прикладного программирования и программных пакетов для моделирования объектов и систем управления технологических процессов.

III. Разделы автоматизации технологических процессов и производств, рассматриваемые в ходе вступительного испытания

Раздел 1. Теория автоматического управления

Понятие управления. Обобщенная структура систем автоматического управления. Основные элементы автоматических систем и их функциональное назначение. Управляющие и возмущающие воздействия. Принципы управления. Принципы классификации САУ.

Динамика систем в форме нелинейных дифференциальных уравнений. Линейные системы. Линеаризация уравнений динамики, приведение их к форме в отклонениях. Предпосылки возможности и целесообразности линеаризации. Стационарные и нестационарные системы. Уравнения состояния. Переменные состояния, пространство состояния.

Типовые внешние воздействия и цель их использования. Передаточная функция. Свойства преобразования Лапласа. Типовые динамические звенья и их передаточные функции. Реакция типовых звеньев на типовые воздействия. Передаточные функции при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении звеньев. Структурные схемы.

Понятие частотной характеристики. Физический смысл частотных характеристик. Экспериментальное определение частотных характеристик.

Переход от передаточных функций к частотным характеристикам. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ).

Понятие анализа САУ. Понятие устойчивости. Общая постановка задачи устойчивости по Ляпунову. Критерии оценки устойчивости. Алгебраические критерии: Гурвица, схема Рауса. Понятие критического шага, определение критического шага для действительных и комплексных корней характеристического уравнения. Частотные критерии: Найквиста, Михайлова. Оценка устойчивости по ЛЧХ. Запасы устойчивости. Устойчивость систем с запаздыванием. Устойчивость нестационарных систем. Структурная устойчивость.

Анализ качества процесса управления. Понятие критерия качества. Требования, предъявляемые к критерию качества. Оценка качества системы по переходному процессу. Время переходного процесса (быстродействие), перерегулирование, колебательность. Теорема о предельных значениях. Точность управления. Коэффициенты ошибок. Использование интегральных оценок для оценки качества системы.

Понятие синтеза САУ. Закон управления. Понятие регулятора. Элементы регуляторов. Последовательная коррекция. Цель и способы введения интеграла в закон управления. Цель и способы введения производных в закон управления. Типовые законы управления. «Промышленные» регуляторы, ПИД, ПИ, П-регуляторы. Параллельная коррекция. Использование методов поиска экстремума для решения задачи параметрической оптимизации. Синтез систем по заданному расположению полюсов с помощью обратной связи по состоянию, модальное управление, модальный регулятор.

Определение нелинейных систем. Искусственные и естественные нелинейности. Математические модели нелинейных систем. Типовые нелинейные звенья. Системы нелинейных дифференциальных уравнений. Структурные схемы нелинейных систем. Особенности динамики нелинейных систем.

Типовые функциональные схемы промышленных ЭМС. Система «тиристорный преобразователь-двигатель». Принципы построения современных

промышленных приводов. Особенности управления скоростью в системах с синхронным двигателем.

Системы управления по возмущению. Понятие инвариантности. Цели и принципы построения инвариантных систем. Методы и устройства измерения возмущающих воздействий. Абсолютная и частичная инвариантность к возмущающим воздействиям.

Тенденции развития современных систем управления технологическими процессами и техническими объектами. Понятие цифровой системы. Предпосылки внедрения в практику цифровых систем. Функциональные схемы цифровых систем автоматического управления.

Классификация дискретных систем. Виды и формы сигналов. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные. Механизм квантования. Квантование по уровню, квантование по времени. Математическое описание процесса квантования, комбинированные системы. Восстановление сигналов по дискретным выборкам, теорема Котельникова. Цифро-аналоговое и аналого-цифровое преобразование.

Математические модели дискретных сигналов. Виды модуляции. Конечные разности. Конечные суммы решетчатых функций. Разностные уравнения.

Оценка управляемости, наблюдаемости, достижимости. Особенности анализа дискретных систем методом моделирования. Общие сведения о синтезе систем управления. Критерии качества и методы синтеза. Цифровые регуляторы.

Методы построения алгоритмов цифрового управления. Понятие рекурсивных и нерекурсивных цифровых фильтров. Понятие аппроксимации аналоговых регуляторов, методы аппроксимации. Синтез регуляторов, алгебраический подход. Модификация модального регулятора для дискретных систем. Проектирование следящих систем по частотным характеристикам. Обеспечение требуемой точности при известных предельных характеристиках входного сигнала. Запретные области в статических и системах с астатизмом первого и второго порядков.

Самонастраивающиеся системы. Виды самонастраивающихся систем.

Системы с разомкнутой цепью самонастройки. Самонастраивающиеся системы с моделью. Системы с анализом процесса управления. Экстремальные системы.

Оптимизация в динамических режимах. Методы оптимального управления динамическими режимами объектов. Принцип максимума Понтрягина, метод динамического программирования Беллмана, их взаимосвязь и особенности применения при синтезе оптимальных систем управления.

Раздел 2. Моделирование систем и процессов

Общие сведения о моделировании. Моделирование как метод познания. Изоморфизм и гомоморфизм моделируемых систем. Пространство состояния.

Физическое моделирование. Основные положения теории подобия. Нахождение критериев физического подобия. Идентификация параметров физической модели. Типовые задачи физического моделирования. Математическое моделирование. Понятие математической модели, алгоритмического, программного и инструментального обеспечения моделирования. Типовые задачи математического моделирования. Требования к математическим моделям.

Блочный метод построения моделей объектов управления. Модели гидродинамики потоков. Структурная схема сложных технологических объектов. Гидродинамические модели. Модели идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная модель, комбинированные модели. Передаточные функции моделей. Методы определения параметров моделей структуры потоков.

Моделирование процессов химического превращения в технологических объектах. Учет основных закономерностей химической кинетики при моделировании процессов химического превращения сырья в конечные продукты. Синтез моделей объектов на основе моделей гидродинамики и кинетики.

Методы численной реализации математических моделей сложных технологических объектов. Численные методы решения стационарных и нестационарных моделей объектов. Методы стационарирования для решения

моделей объектов со сложной гидродинамикой. Статистический анализ и оценка адекватности моделей.

Моделирование объектов с распределенными параметрами. Уравнения материального и теплового баланса для моделей с распределенными параметрами. Сеточные методы решения моделей для объектов с распределенными параметрами.

Методы оптимального управления. Общая постановка задач оптимального управления. Формулировка критерия качества функционирования систем, учет ограничений в форме равенств и в форме неравенств на переменные состояния и управления объектов и систем. Математические методы определения оптимального управления. Метод нелинейного программирования.

Моделирование объектов при протекании многофазных процессов. Понятия гетерогенных процессов. Основные стадии гетерогенных процессов. Лимитирующие стадии гетерогенных процессов. Математические модели процессов в кинетической, диффузионной и смешанной областях контроля. Роль интерфейса, его геометрии и состояния при моделировании процессов.

Создание модели стационарных режимов. Задание технологических блоков и перерабатываемых потоков. Моделирование работы схем и определение значений определяющих параметров. Моделирование динамических режимов и определение структуры оптимального управления отдельными узлами схемы.

Раздел 3. Средства автоматизации и управления

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Общие принципы построения государственной системы приборов (ГСП). Классификация приборов и устройств ГСП.

Устройства получения информации о состоянии процесса. Общие сведения об устройствах получения информации. Основные характеристики устройств для получения информации. Чувствительные элементы или датчики. Дискретные и непрерывные датчики. Датчики сопротивления, электромагнитные, емкостные, напряжения, тока, струнные, Холла и магнитосопротивления, ультразвуковые.

Системы передачи измерительной информации. Измерительные (нормирующие) преобразователи. Преобразователи вида энергии.

Технические средства приема, преобразования и передачи информации по каналам связи. Общие сведения. Устройства связи УВМ с объектом управления. Общие характеристики стандартных интерфейсов. Структуры каналов устройств связи с объектом. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Коммутаторы каналов устройств связи с объектом.

Электронные устройства средств автоматизации. Однокристалльные микропроцессорные БИС. Интерфейсные БИС. Микроконтроллеры.

Электрические устройства средств автоматизации. Усилители электромашинные, электронные. Электроприводы. Регулирование электропривода с помощью частотного преобразователя. Общие концепции. Настройка в зависимости от характера нагрузки. Электрические регуляторы. Классификация регуляторов. Аналоговые регуляторы со стандартными линейными законами регулирования. Дискретные регуляторы. Двухпозиционные, трехпозиционные регуляторы. Регуляторы постоянной скорости, с переменной структурой. Импульсные, цифровые, экстремальные и адаптивные регуляторы. Электрические многооборотные и однооборотные исполнительные механизмы.

Пневматические устройства средств автоматизации. Общие сведения о пневматических средствах автоматизации. Простые элементы пневматических средств автоматизации. Сложные элементы и устройства пневматических средств автоматизации. Гидравлические устройства средств автоматизации. Общие сведения о гидравлических средствах автоматизации. Дискретная гидравлика. Гидравлические исполнительные механизмы.

Регулирующие органы систем автоматизации. Основные понятия. Классификация регулирующих органов. Регулирующие органы для сыпучих материалов, для жидких и газообразных сред, для потоков электроэнергии, для твердых веществ.

Устройства отображения информации. Общие сведения. Видеотерминальные средства отображения информации. Электромеханические

устройства отображения информации. Печатающие устройства.

Раздел 4. Технические измерения и приборы

Классификация средств измерений. Структурные схемы, статические и динамические характеристики измерительных устройств. Погрешности измерительных устройств. Нормирование метрологических характеристик измерительных устройств. Надежность средств измерений. Сведения о средствах измерений государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации. Методы повышения точности средств измерений.

Измерение электрических величин. Электроизмерительные приборы прямого и уравнивающего преобразования. Основные функциональные части и виды приборов прямого преобразования. Приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, ферродинамической, электростатической систем. Милливольтметры и логометры. Потенциометры и мосты.

Измерение давлений. Основные понятия. Единицы измерения давлений. Жидкостные средства измерений давления с гидростатическим уравниванием. Чувствительные элементы и приборы деформационных средств измерений давления. Тензометрические преобразователи давлений.

Измерение температуры. Общие сведения. Температурные шкалы. Классификация средств измерений температуры. Манометрические термометры. Термоэлектрические термометры. Средства измерений сигналов термоэлектрических термометров. Принципы измерения температуры пирометрами: спектрального отношения, полного излучения, оптические пирометрами.

Измерение расхода жидкости, пара и газа. Общие сведения. Объемные и скоростные счетчики. Расходомеры переменного перепада давления. Стандартные сужающие устройства. Расходомеры обтекания. Расходомеры переменного уровня. Электромагнитные, ультразвуковые, ионизационные и тепловые расходомеры.

Измерение уровня. Основные понятия. Классификация средств измерения уровня. Визуальные, поплавковые, буйковые, гидростатические, электрические, радиоизотопные и акустические средства измерений уровня.

Измерение массы. Основные понятия. Классификация средств измерения массы. Весовые устройства. Датчики расхода сыпучих материалов. Автоматические весы и весовые дозаторы непрерывного действия.

Измерение плотности. Основные понятия. Классификация средств измерения плотности. Весовые, поплавковые, гидро- и аэростатические, гидро- и газодинамические, вибрационные и радиоизотопные средства измерений плотности.

Измерение влажности сыпучих материалов. Общие сведения. Классификация средств измерения влажности. Весовые, электрические и радиоизотопные средства измерений влажности сыпучих материалов.

Измерение физико-химических свойств жидкостей. Общие сведения. Измерение вязкости жидкостей. Измерение электропроводности жидкостей. Электрокондуктометрические анализаторы. Измерение электродного потенциала. Потенциометрические анализаторы. Полярографы.

Измерение состава и запыленности газов. Основные понятия. Методика отбора, подготовки газовой пробы к газоанализатору. Измерение влажности газов. Диэлькометрические, испарительные и конденсационные анализаторы влажности газов.

Опробование материалов и продуктов технологического процесса. Общие сведения по опробованию. Теоретические основы опробования. Отбор первой пробы. Обработка проб. Анализ проб. Определение характеристик материалов и продуктов.

Измерение состава продуктов технологического процесса. Общие сведения о химических и физических методах анализа. Спектральный анализ по оптическим спектрам испускания и поглощения. Рентгеноспектральный анализ.

Автоматизированные системы контроля параметров. Общие сведения. Информационно-измерительные системы. Агрегатные средства измерения.

Применение средств цифровой вычислительной техники в измерительных устройствах и системах. Автоматизированная система аналитического контроля (АСАК).

Раздел 5. Вычислительные машины, системы и сети

Обработка информации на вычислительных машинах (ВМ). Классификация ВМ, Понятия о функциональной, структурной организации и архитектуре ВМ. Логические элементы. Двоичная арифметика. Принципы построения вычислительных машин. Организация памяти. ОЗУ и ПЗУ. ОЗУ статического и динамического типа. Система команд микропроцессора и его программирование. Структура управляющего вычислительного комплекса. Программируемые логические контроллеры, назначение, архитектура, тенденции развития. Стандарты МЭК на системы программирования микроконтроллеров. Способы обмена информацией с внешними устройствами. Организация передачи данных. Модули связи с объектом. Цифроаналоговое преобразование. Методы аналого-цифрового преобразования. Реализация интерфейса АЦП-УВК. Компьютерные сети. Общие понятия. Топология. Типы ЛВС (временное и частотное уплотнение). Сетевая топология. Стандартизация структуры и протоколов сетей. Стандартные интерфейсы для связи. Параллельный и последовательный интерфейсы. Синхронный и асинхронный методы передачи. Однонаправленный, полудуплексный, дуплексный способы обмена информацией. Стандартные протоколы связи, базовая процедура управления передачей, высокоуровневая процедура управления каналом. Иерархическое представление и стандартизация протоколов. Последовательные интерфейсы RS-232, RS-422, RS-485. Объединение сетей. Требования к сетям связи различных уровней. Функции в иерархии объединения открытых систем. Семиуровневая сетевая архитектура по стандарту ISO/OSI. Типовые решения по созданию локальной сети. Протокол Ethernet. Аппаратура Ethernet. Характеристики различных носителей. Сетевой адаптер. Повторитель. Концентратор. Мост. Маршрутизатор. Шлюз. Коммутатор. Протокол IEEE802.5 Token Ring. Модуль множественного доступа. Протоколы

передачи данных IPX/SPX и NetBIOS. Имена NetBIOS. Протоколы передачи данных TCP/IP и UDP. IP-адреса. Доменная система имен (DNS). Служба имен WINS. Влияние сетевых технологий на архитектуру компьютеров.

Раздел 6. Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Функции и структуры автоматизированных систем управления. Разделение агрегатов по режиму их работы на периодические и непрерывные. Математическое описание непрерывных и дискретных процессов. Характеристики стационарных случайных процессов. Методика синтеза многоконтурных систем управления методом спектральных плотностей при возмущениях типа цветного шума и дискретном запаздывающем контроле.

Аналоговые регуляторы. Многоканальные регуляторы. Интеллектуальные реле. Микроконтроллеры. Стандарты МЭК на системы программирования микроконтроллеров. Программирование микроконтроллеров на языке SFC. Представление информации обслуживающему персоналу с помощью жидкокристаллических и плазменных панелей. Использование панелей для АПС. Локальные системы на основе устройств удаленного сбора данных и управления. Промышленные сети контроллеров. Выбор, разработка и внедрение локальных автоматических систем.

Регулирование основных технологических параметров и простых типовых процессов. Схемы регулирования расхода после центробежного и поршневого насосов. Дросселирование потока вещества через регулирующий орган, устанавливаемый на трубопроводе (клапан, шибер, заслонка). Изменение напора в трубопроводе с помощью регулируемого источника энергии. Байпасирование. Регулирование расхода сыпучих веществ. Регулирование соотношения расходов двух веществ. Стабилизация скорости перемещения.

Регулирование уровня. Позиционное регулирование и непрерывное регулирование. Каскадная система регулирования уровня жидкости в баке. Регулирование уровня, когда гидродинамические процессы в аппарате

сопровождаются фазовыми превращениями.

Регулирование температуры. Уменьшение инерционности датчиков. Динамические характеристики термометра в защитном чехле.

Регулирование рН. Системы регулирования рН с двумя регулирующими клапанами. Структурная схема системы регулирования рН с двумя регуляторами. Кусочно-линейная аппроксимация статической характеристики. Регуляторы с переменной структурой.

Регулирование параметров состава и качества. Механизированный анализ проб. Дискретность измерения. Регулирование по косвенному вычисляемому показателю с уточнением алгоритма его расчета по данным прямых анализов.

Разработка математического обеспечения среднего уровня АСУТП. Общие сведения об оптимальном управлении. Общая характеристика, классификация и примеры задач оптимального управления. Критерии оптимальности, ограничения.

Оптимальные регуляторы состояния при случайных возмущениях. Квантование стохастического дифференциального уравнения. Стохастические модели возмущений. Теорема разделения. Оптимальные алгоритмы оценивания состояния. Оптимальные регуляторы состояния при случайных возмущениях. ЛКГ-регуляторы. Синтез дискретного алгоритма оценивания Калмана-Бьюси. Синтез дискретного алгоритма оценивания Калмана-Бьюси вектора состояния объекта управления. Синтез ЛКГ-регулятора. Адаптивные системы с идентификацией параметров объекта управления. Методы текущей идентификации (рекуррентный метод наименьших квадратов, метод стохастической аппроксимации). Характеристики стационарного случайного процесса типа "цветного" шума.

Автоматизация управления на базе программно-технических комплексов. Гибкие производственные системы (ГПС). Основные термины и определения ГПС. Современные требования к промышленному производству в условиях ГПС.

Раздел 7. Интегрированные системы проектирования и управления

Организация программных средств: информационные системы, системы

автоматизированного исследования и проектирования, системы управления техническими средствами, диалоговые системы. Стандарты на разработку прикладных программных средств. Документирование, сопровождение и эксплуатация программных средств. Этапы проектирования и жизненный цикл программных продуктов.

Математическое, информационное, методическое и организационное обеспечение АСУТП. Особенности математического описания непрерывных, дискретных и дискретно-непрерывных по потокам материалов и энергии процессов.

Коммуникации в промышленных сетях. Распределенные системы на базе ПЛК. Распределенный ввод-вывод. Удаленный ввод-вывод. Связь ПЛК через промышленные сети.

SCADA-системы – общий обзор. Функциональные возможности. Характеристики SCADA-систем. Открытость систем. Разработка собственных программных модулей. Драйверы ввода-вывода. Графические возможности. Эксплуатационные характеристики. Планировщик. Создание отчетов. Архивирование данных. Защита от несанкционированного доступа. Уровни защиты тэгов. Аварийно-предупредительная сигнализация. Резервирование. Интегрированные со SCADA-пакетами системы управления производством.

Создание новых графических страниц. Создание и анимация графических объектов. Формирование и параметризация трендов. Программирование на специализированных языках. Создание тегов и изменение их свойств. Конфигурирование задач серверной части приложения. Конфигурирование обменов данными с контроллерами.

Структура АСУП предприятия. Характеристика предприятия как объекта управления. Технологические и экономические критерии управления. Характеристика основных функциональных подсистем АСУП.

Основные принципы разработки и порядок разработки АСУП. Основные стадии разработки. Принцип системного подхода. Принцип новых задач. Принцип непрерывности развития. Принцип единой информационной базы.

Принцип минимизации ввода–вывода информации. Методы принятия управленческих решений. Применение сетевых графиков. Экономико-математические модели в АСУП. Задача управления предприятием как задача оптимизации. Методы повышения структурной надежности интегрированных систем управления.

Системы управления базами данных (СУБД). Модели данных (сетевые, иерархические, реляционные), реляционные базы данных, операции над отношениями, типы функциональных зависимостей, нормальные формы, нормализация базы данных и поддержание целостности. СУБД Microsoft Access. Логическая структура реляционной базы данных Microsoft Access.

Механизмы взаимодействия приложений в среде сетевых операционных систем (ОС). ОС Windows - сервер. ОС Linux. ОС QNX. API-интерфейс приложений. Серверы и клиенты. Механизмы обмена между приложениями. ActiveX. COM. DCOM. OPC-сервер. ODBC. SQL-сервер.

Интеграция систем АСУТП и АСУП. Цели и задачи. Интеграция систем АСУТП и АСУП на базе сетевых механизмов взаимодействия программных средств.

Автоматизация проектирования систем автоматического управления. Принципы автоматизации проектирования систем автоматического управления. Этапы и стадии проектирования. Уровни автоматизации проектирования. Компоненты обеспечения САПР. Общие принципы построения САПР.

Поисковые методы автоматизации проектирования. Постановка задачи автоматизации процесса проектирования САУ. Структура поискового алгоритма оптимизации. Алгоритм локального параметрического поиска. Учет ограничений в процессах случайного поиска. Глобальный поиск. Оптимизация в обстановке случайных помех. Структурная оптимизация.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Мелехин В.Ф. Вычислительные машины, системы и сети. / В.Ф. Мелехин, Е.Г. Павловский. // М.: Академия, 2010. – 560 с.
2. Минаев И.Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера. // Ставрополь: АРГУС, 2009. – 100 с.
3. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств. / Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., В.Г. Хомченко // М.: Абрис, 2012. – 565 с.
4. Схиртладзе А.Г. Интегрированные системы проектирования и управления. / А.Г. Схиртладзе, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. // М.: Академия, 2010. – 352 с.
5. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие // М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 48 с.
6. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. // СПб.: Изд. Профессия, 2009. – 592 с.
7. Шариков Ю.В. Моделирование систем, часть I. / Ю.В. Шариков, И.Н. Белоглазов. //СПб.: РИО СПГГИ, 2011. – 53 с.

Дополнительная литература

1. AutoCAD 2006: подроб. иллюстрир. рук.: (учебное пособие) / под ред. А.Г.Жадаева. // М.: Лучшие книги, 2006. – 240 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов и др. // СПб.: БХВ–Петербург, 2005. – 800 с.

3. Анашкин А.С. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. / А.С. Анашкин, Э.Д. Кадыров, В.Г. Харазов. // СПб: «П-2», 2004. – 368 с.
4. Андреев Е.А. SCADA–системы: взгляд изнутри. / Е.А. Андреев, Н.К. Куцевич, О.А. Синенко. // М.: РТСофт, 2004, – 176 с.
5. Баронов В.В. Информационные технологии и управление предприятием / В.В. Баронов, Г.Н. Калянов, Ю.И. Попов, И.Н. Титовский. // М.: ДМК Пресс, 2007. – 328 с.
6. Батицкий В.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. / В.А. Батицкий, В.И. Куроедов, А.А. Рыжков // М.: Недра, 1991. – 303 с.
7. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. // М.: Профессия, 2003. – 163 с.
8. Бобровски Д. Введение в теорию динамических систем с дискретным временем. // М.: СФИНКС, 2006. – 360 с.
9. Вихров Н.М. Управление и оптимизация производственно-технологическими процессов / Н.М. Вихров, Д.В. Гаскаров, А.А. Грищенко, А.А. Шнуренко; Под ред. Д.В. Гаскарова. // СПб.: Энергоатомиздат. С.-Петербургское отд., 1995. – 160 с.
10. Власов К.П. Теория автоматического управления (специальные методы). / К.П. Власов, А.С. Анашкин. // СПб.: СПГГИ, 2001. – 119 с.
11. Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления. // СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
12. Дворецкий Д.С. Расчет и оптимизация процессов и аппаратов химических и пищевых производств в среде MatLab: Учеб. пособие: под ред. д-ра техн. наук, проф. С.И. Дворецкого. / Д.С. Дворецкий А.А. Ермаков, Е.В. Пешкова. // Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.
13. Деменков Н.П. Программные средства оптимизации и настройки систем управления. // М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 242 с.

14. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 Simulink в математике и моделировании. // СПб: Питер, 2008. – 125 с.
15. Дьяконов В.П. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. / В.П. Дьяконов, В.С. Круглов. // СПб.: Питер, 2002. – 96 с.
16. Елизаров И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, П.В. Фролов. // М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004. – 180 с.
17. Измерение в промышленности: Справочник в 3 книгах./Под ред. Профоса П. // М.: Металлургия, 1990. – 491 с.
18. Кадыров Э.Д. Программируемые логические контроллеры. Программирование и конфигурирование. Учебное пособие / Э.Д. Кадыров, А.Н. Кравченко, А.Ю. Фирсов. // СПб.: изд. СПГГИ (ТУ), 2007. – 119 с.
19. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. // СПб.: БЧВ- Петербург, 2005. – 736 с.
20. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). // СПб.: Питер, 2004. –560 с.
21. Мартынов Н.Н. Matlab 7. Элементарное введение. // М.: Кудиц-Образ, 2005. – 100 с.
22. Наладка средств измерений и систем автоматического контроля. Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. // М.: Энергоиздат, 1990. – 400 с.
23. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. // М.: Высшая школа, 2000. – 188 с.
24. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления. / Г. Олссон, Дж. Пиани. // СПб.: Невский Диалект, 2001. –557 с.
25. Парк Дж. Передача данных в системах контроля и управления. / Джон Парк, Стив Маккей, Эдвин Райт. // М.: Группа ИДТ, 2007. – 472с.

26. Перельмутер В.М. Пакеты расширения Matlab. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox. // Самара: Солон-Пресс, 2008. – 224 с.
27. Петров В.Н. Информационные системы. // СПб.: Питер, 2001. – 48 с.
28. Петров И.В., Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. / И.В. Петров, В.П. Дьяконов. // М.: СОЛОН-Пресс, 2007. – 78 с.
29. Салихов З.Г. Терминология основных понятий автоматики: Учебно-справочное пособие. // М.: МИСиС, 2002. – 52 с.
30. Таненбаум Э. Компьютерные сети. // СПб.: Питер, 2008. – 992 с.
31. Туманов М.П. Технические средства автоматизации и управления: Цифровые средства обработки информации и программное обеспечение, под ред. А.Ф. Каперко: Учебное пособие. // М.: МГИЭМ, 2005 – 71 с.
32. Федоров Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. Том 2. Проектирование. // М.: Синтег, 2006. – 223 с.
33. Шестаков В.А. Проектирование горных предприятий. // М.: Московский государственный горный университет, 2003. – 777 с.
34. Шкуратник В.Л. Измерения в физическом эксперименте // М.: Изд-во Горная книга, 2006. – 335 с.
35. Чебурахин И.Ф. Синтез дискретных управляющих систем и математическое моделирование. // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 248 с.
36. Э. Парр. Программируемые контроллеры. Руководство для инженера. // Томск: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 520 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Библиотеки

1. Библиотека Санкт-Петербургского горного университета <http://spmi.ru/univer/biblio>
2. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
3. Российская национальная библиотека www.nlr.ru

4. Библиотека Академии наук www.ras1.ru
5. Библиотека по естественным наукам РАН www.benran.ru
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) www.viniti.ru
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека www.gpntb.ru
8. Научная электронная библиотека elibrary.ru
eLIBRARY.RU

Специальные интернет-сайты

1. Компания Шнейдер Электрик <http://www.schneider-electric.com>
2. Компания Технолинк <http://www.technolink.spb.ru>
3. Компания National Instruments <http://russia.ni.com>