

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II»

**ПРОГРАММА ПРОФИЛЬНОГО ОТБОРОЧНОГО ИСПЫТАНИЯ
(СОБЕСЕДОВАНИЕ)**

по специальности специализированного высшего образования

Автоматизация технологических процессов и производств

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Согласно Правилам приема на обучение по образовательным программам специализированного высшего образования «Инженерная компетенция» в Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II (далее – Университет) в 2026 году (далее – Правила приема) выпускающими кафедрами Университета в форме собеседования проводится конкурсное испытание, соответствующее профилю выбранной для поступления специальности (далее – профильное отборочное испытание (собеседование)).

Профильное отборочное испытание (собеседование) проводится в очном формате. По решению Приемной комиссии Университета профильное отборочное испытание (собеседование) может быть проведено в дистанционном формате. Профильное отборочное испытание (собеседование) проводится на русском языке по программам, сформированным на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования программ бакалавриата.

Программа профильного отборочного испытания (собеседования) по специальности специализированного высшего образования **Автоматизация технологических процессов и производств** утверждена на заседании кафедры (протокол № 28 от 19.05.2026).

I. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания

Продолжительность профильного отборочного испытания (собеседование) в расчете на одного поступающего составляет **до 30 минут**.

Профильное отборочное испытание (собеседование) проводится в строгом соответствии с Правилами приема, расписанием консультаций и профильных отборочных испытаний, а также Порядком подачи и рассмотрения апелляций. Результаты профильного отборочного испытания (собеседования) публикуются на официальном сайте Университета.

Количество вопросов в экзаменационном билете на профильном отборочном испытании (собеседование) составляет **5 (пять)** (вопросы составляются на основании Раздела II настоящей программы). Количество дополнительных вопросов, задаваемых поступающему в ходе профильного отборочного испытания (собеседования) для оценки знания материала в рамках полученных в экзаменационном билете вопросов, определяется конкурсной комиссией.

Результат прохождения поступающим профильного отборочного испытания (собеседования) оформляется протоколом заседания конкурсной комиссии, в котором указывается оценка за испытание.

II. Темы и разделы, рассматриваемые в ходе вступительного испытания

Раздел 1. Теория автоматического управления и операционное исчисление

Обобщенная структура систем автоматического управления. Принципы управления. Принципы классификации САУ. Математические модели типовых внешних воздействий, аналитическое описание, графическое изображение, название воздействий и их назначение. Математическое описание с использованием передаточных функций следующих элементов системы: датчик, объект управления по нескольким каналам связи (по специальности), регулятор типовой непрерывного действия ПИД, исполнительный механизм (ИМ). Типовая функциональная схема САУ. Назначение элементов системы с указанием входных и выходных сигналов. Принцип отрицательной обратной связи (ОС). Принцип работы САУ. Теорема о начальном и конечном значении функции, описание которой задано в виде изображения Лапласа (в качестве примера взять произведение функций, чаще всего встречающихся при описании каналов связи ОУ по специальности). 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. Определение передаточных функций по задающему, возмущающему воздействиям и по ошибке замкнутой САУ с единичной отрицательной ОС. Определение математической модели (ММ) объекта регулирования в форме передаточной функции и дифференциального уравнения (в качестве примера взять канал связи по специальности). Структурное преобразование исходной структурной схемы к эквивалентной. 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.

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.

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.

Понятие Z -преобразования. Основные теоремы Z -преобразования. Обратное Z -преобразование. Использование формул разложения для определения Z -преобразования. Устойчивость дискретных систем, необходимые и достаточные условия устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Джюри. Анализ в частотной области. Анализ устойчивости ДСАУ. Анализ точности ДСАУ. Влияние периода дискретности на точность системы.

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. Программирование и алгоритмизация

Представление данных в ЭВМ. Устройство центрального процессора. Понятие алгоритма и его свойства. Формы представления алгоритма. Блок-схема алгоритма с предусловием. Блок-схема алгоритма с постусловием. Блок-схема цикла с параметром. Классификация программ по назначению. Понятие транслятора. Этапы жизненного цикла программ. Базовые типы данных. Агрегативные (составные) типы данных. Классификация программных объектов по времени жизни и области видимости. Конструкция `if..else`. Конструкция `switch..case`. Цикл `do..while`. Объявление массива в языке Си,

обращение к элементу массива. Объявление строки в языке Си, обращение к элементу строки. Понятие указателя. Операции над указателями. Формальные и фактические параметры функции. Объявление структуры. Способы обращения к элементам структуры в языке Си. Выделение памяти для массива (динамическое) в языке Си. Препроцессорные операции. Операция `#define`. Условная компиляция в языке Си. Синтаксис и пример функции `for`. Идентификаторы режимов открытия файлов в языке Си. Понятие и классификация динамических структур данных. Односвязный список. Операции над односвязным списком. Очередь как структура данных. Операции над очередью. Стек. Операции над стеком. Граф как структура данных. Понятие вершина, ребро, матрица смежности. Ориентированный граф. Матрица смежности ориентированного графа. Классификация методов сортировки. Применение итерационных алгоритмов. Применение рекурсивных алгоритмов. Понятие ООП. Классы в языке Си. Конструктор класса. Понятие наследования. Базовый и производный классы. Деструктор класса. Обращение к полям и функциям класса. Спецификаторы доступа к переменным и функциям класса. Назначение и синтаксис шаблона функции. Функции `printf()`, `scanf()`.

Раздел 3. 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 4. 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 5. 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 6. 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 TCP/IP и UDP. IP-адреса. Доменная система имен (DNS). Влияние сетевых технологий на архитектуру компьютеров. Промышленные протоколы передачи данных. OPC. OPC UA. MQTT. MODBUS TCP. MODBUS RTU. MODBUS PLUS. PROFINET. EtherCat. CAN. HART. ProfiBUS.

Раздел 7. Промышленные контроллеры

Шкаф управления. Назначение основных элементов шкафа автоматизации. Структура крейт корзин. Сертификация контроллера. Основные модули контроллера и их назначение. Внешний вид, габариты. Габариты модулей и шкафов автоматизации по стандартам. Внутреннее исполнение. Технические характеристики и настройка основных блоков контроллера. Правила установки блоков в шкаф управления. Внутреннее исполнение блоков контроллера. Конфигурация блоков контроллера через среду программирования. Подбор блоков исходя из КИП и ИМ на полевом уровне. Объединение крейтов в контроллере. Резервирования. Линейка отечественных и зарубежных контроллеров. Поддерживаемые аппаратные платформы при программировании контроллера. Интерфейс разработчика и разработка приложений. Форматы файлов приложений пользователей. Язык лестничных диаграмм (LD). Язык функциональных блоков FBD. Структурный текст (ST). Язык IL. Язык последовательных функциональных диаграмм SFC. Языки HE из стандарта МЭК. Семейства типов данных и их определения. Элементарные типы данных. Переменные типа INT. Переменные типа Time. Производные типы данных (DDT). Функциональные блоки. Этапы разработки приложения и средства отладки приложений. Анимационные таблицы и операторские экраны. Операторские экраны. Завершение разработки приложения, средства отладки приложений.

Раздел 8. 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. Представление информации обслуживающему персоналу с помощью панелей. Локальные системы на основе устройств удаленного сбора данных и управления. 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 pH. Системы регулирования pH с двумя регулирующими клапанами. Структурная схема системы регулирования pH 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.

Регулирование теплообменников смешения и кожухотрубных теплообменников. Представление нелинейной системы в виде последовательно соединенных нелинейного статического и линейного динамического звеньев.

Регулирование простых массообменных процессов. Виды и роль контактных устройств в ректификационных колоннах. Особенности автоматизации испарителей и конденсаторов. Автоматизация ректификационных установок. Автоматизация абсорбционных установок. Автоматизация выпарных установок. Стабилизация концентрации упаренного раствора на выходе из последнего выпарного аппарата в многокорпусной установке.

Управление топливными процессами. Регулирование на основе одноконтурных АСР с использованием комбинированной АСР температуры.

Функциональная схема каскадной системы управления выходной температурой нагреваемого теплоносителя с промежуточной стабилизацией температуры в камере сжигания топлива. Регулирование котлов для получения пара.

Управление химико-технологическими реакторами. Гомогенные реакции и гетерогенные реакции. Некаталитические и каталитические реакции. Условия проведения (изотермические, неизотермические, при постоянном давлении, адиабатические, не адиабатические). Уравнения материального и теплового балансов. Построение математической модели реактора. Нелинейность концентрационных режимов. Схемы регулирования тепловым и концентрационным режимом при экзотермических реакциях.

Разработка математического обеспечения среднего уровня АСУ ТП. 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. ИМС-регуляторы. Регуляторы с предиктором. МРС-регуляторы. Адаптивные системы с идентификацией параметров объекта управления. Методы текущей идентификации (рекуррентный метод наименьших квадратов, метод стохастической аппроксимации). СУУ ТП. АРС.

Металлургические агрегаты как объекты регулирования. Виды металлургических печей. Особенности автоматизации металлургических агрегатов.

Автоматизация процесса обжига цинкового концентрата в кипящем слое.

Автоматизация вращающейся печи спекания глинозема.

Автоматизация процесса отражательной плавки медной шихты.

Автоматизация процесса агломерации свинцового концентрата.

Автоматизация процесса рудоподготовки.

Автоматизация процесса сгущения и промывки.

Автоматизация процесса фильтрации.

Автоматизация процесса конвертирования.

Управление процессами в реакторах с перемешиванием. Выщелачивание и осаждение в чанах с перемешиванием. Автоклавное выщелачивание. Схема автоматического регулирования процесса очистки электролита от меди при электролизе никеля. Управление печами с кипящим слоем.

Особенности регулирования трубчатых реакторов. Объекты с распределенными и объекты с сосредоточенными параметрами. Особенности

математического описания объектов с распределенными параметрами. Модель трубчатого реактора с продольным перемешиванием. Схема замещения объекта с распределенными параметрами последовательно соединенными звеньями с сосредоточенными параметрами. Применение преобразования Лапласа по времени к дифференциальному уравнению в частных производных. Схема автоматического регулирования теплового режима барабанной сушилки.

Управление процессами с продувкой расплава. Плавка в конвертерах. Схема автоматического регулирования процесса фьюмингования шлаков. Управление электрическими печами. Рудная плавка в электрических печах. Плавка в дуговых печах. Плавка в индукционных печах. Управление электролизными ваннами. Электролиз в водных расплавах. Электролиз в расплавленных солях.

Автоматизация проходческих комбайнов и буровых машин. Программное управление движением исполнительного органа и автоматическая ориентация комбайна в пространстве. Автоматическое регулирование нагрузки приводного электродвигателя проходческих и буровых машин. Комплексная автоматизация проходческого оборудования и перспективы использования промышленных роботов.

Автоматизированное управление конвейерными линиями. Средства автоматизации конвейерных линий. Комплексная аппаратура автоматизации конвейерных линий. Экономическая эффективность и перспективы автоматизации конвейерного транспорта.

Автоматизация рельсового транспорта. Дистанционное и автоматизированное управление приводами рудничных электровозов. Автоматизированное управление стрелочными переводами. Системы СЦБ на подземном электровозном транспорте. Автоматизация погрузочных пунктов. Автоматизация обмена и разгрузки вагонеток в околоствольном дворе. Автоматизация канатных откаток.

Автоматизация водоотливных установок. Способы заливки насосов. Средства автоматического управления и контроля. Автоматическое управление водоотливными установками.

Автоматизация системы проветривания и калориферных установок. Средства технологического контроля за работой вентиляторных установок. Автоматизация контроля содержания метана в рудничной атмосфере. Аппаратура автоматизации вентиляторов местного проветривания. Автоматизация вентиляторов главного проветривания. Автоматизация калориферных установок.

Автоматизация подъемных установок. Средства автоматизации управления подъемными машинами. Схемы автоматизации подъемных машин

с асинхронным приводом. Схемы автоматизации подъемных машин с приводом постоянного тока. Перспективы развития автоматизации подъемных машин.

Автоматизация энергоустановок. Основные положения. Автоматизация центральных подземных подстанций. Автоматизация тяговых подстанций. Автоматизация компрессорных станций. Автоматизация котельных установок.

Автоматизация блочной кустовой насосной станции.

Автоматизация дожимной и групповой замерной станции.

Автоматизация установки комплексной подготовки газа.

Автоматизация установки комплексной подготовки нефти.

Автоматизация узлов коммерческого учета нефти и газа.

Автоматизация установок первичной переработки нефти (Установки АТ (АВТ), блоки ЭЛОУ и другие, предназначенные для первичной переработки нефти и получения бензина, керосина, дизельного топлива и мазута).

Автоматизация установок комплексной подготовки нефти (для комплексной подготовки и стабилизации нефти с отводом легких фракций углеводородов).

Автоматизация установки риформинга.

Автоматизация установки газофракционирования.

Раздел 9. 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 АСУ ТП. Коммуникации в промышленных сетях. Распределенные системы на базе ПЛК. Распределенный ввод-вывод. Удаленный ввод-вывод. Связь ПЛК через промышленные сети.

SCADA-системы – общий обзор (Factory Link, InTouch, Genesis, RealFlex, FIX, Trace Mode, Simplicity, Monitor Pro). 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.

Таблица образа драйвера. Модуль сканирования и сигнализации. Конфигурирование обменов данными с контроллерами.

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. Логическая структура реляционной базы данных.

Механизмы взаимодействия приложений в среде сетевых операционных систем (ОС). ОС Windows - сервер. ОС Linux. API -интерфейс приложений. ODBC. SQL-сервер.

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

III. Критерии оценивания поступающего

За каждый экзаменационный вопрос поступающему может быть выставлено не более **20 баллов** (общая максимальная сумма баллов за все экзаменационные вопросы в билете составляет **100 баллов**).

Оценка за каждый экзаменационный вопрос в экзаменационном билете выставляется конкурсной комиссией в следующем порядке:

Оценка за экзаменационный вопрос			
0% от максимального балла за вопрос (0 баллов)	50% от максимального балла за вопрос (10 баллов)	75% от максимального балла за вопрос (15 баллов)	100% от максимального балла за вопрос (20 баллов)
Поступающий не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Поступающий поверхностно знает материал основных разделов программы, допускает неточности в ответе на вопрос	Поступающий хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Поступающий в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос

IV. Рекомендованный библиографический список

Основная литература

1. Жур А.А., Павловский В.А. Монтаж средств автоматизации: пособие – Минск: БГАТУ, 2022. – 152 с.
2. Журавлева Л.В., Учебник, «Основы электроматериаловедения», - М.: Академия, 2020.- 288с.
3. Рутьков, А. А. Автоматическое регулирование: учебник / А. А. Рутьков, И. И. Горюнов, К. Ю. Евстафьев. - 2-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 219 с.
4. Семиглазов В.А. Промышленные технологии и инновации: Учебное пособие / В.А. Семиглазов. – Томск: гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 240 с.
5. Сибикин, Ю. Д. Технология электромонтажных работ: учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. — 4-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 352 с.
6. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. СПб.: Профессия, 2009, 592 с.
7. Алгоритмизация и программирование : учебник для вузов / Д.А. Бархатова, Н.И. Пак, А.А. Петрова, И.А. Яшина. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 348 с. — ISBN 978-5-507-52244-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/482915>
8. Андреева, О.В. Алгоритмизация и программирование на языке C++ : учебник / О.В. Андреева, А.И. Широков. — Москва : МИСИС, 2023 — Часть 1 — 2023. — 219 с. — ISBN 978-5-907560-77-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/360362>
9. Теория автоматического управления. Анализ линейных систем: учебное пособие: / Сост.: Мансурова О.К., Федорова Э.Р., Бажин В.Ю. — СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022, - с. 146.
10. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - Москва: Физматлит, 2019. - Т. 1. Линейные системы. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69278

11. Иванов В. Н. Программирование логических контроллеров. Издательство: СОЛОН-Пресс, 2021. – 356 с.
12. Д. Куроуз, Т. Росс «Компьютерные сети. Настольная книга системного администратора» (2016) . – Эксмо, 2016. – 912 с.
13. Сергеев А.Н. Основы локальных компьютерных сетей. Учебное пособие. – Лань, 2016. – 184с.
14. Ключев, А.С. Автоматизация настройки систем управления / А.С. Ключев, В.Я. Ротач, В.Ф. Кузицин. - М.: Альянс, 2015. - 272 с.
15. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний / К.П. Латышенко. - М.: Academia, 2018. - 160 с.
16. Шишмарев, В.Ю. Автоматизация технологических процессов: Учебник / В.Ю. Шишмарев. - М.: Academia, 2018. - 320 с.
17. Гуревич, Д.З. Большие интегральные схемы и вычислительные машины четвертого поколения / Д.З. Гуревич, В.Н. Елизаров, Б.И. Рувинский. - М.: ЦНИИ Электроника, 2021. - 783 с.
18. Иыуду, К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем / К.А. Иыуду. - М.: Высшая школа, 2021. - 216 с.
19. Пятибратов, А. П. Вычислительные машины, системы и сети / А.П. Пятибратов, С.Н. Беляев. - М.: Финансы и статистика, 2020. - 400 с.
20. Расстригин, Л.А. Вычислительные машины, системы, сети... / Л.А. Расстригин. - М.: Наука, 2019. - 224 с.
21. Растригин, Л.А. Вычислительные машины, системы, сети... / Л.А. Растригин. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 2020. - 224 с.
22. Самойлова, Е. М. Интегрированные системы проектирования и управления. Цифровое управление инженерными данными и жизненным циклом изделия: учебное пособие / Е. М. Самойлова. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 283 с. — ISBN 978-5-4497-0640-9. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROобразование: [сайт]. — URL: <https://profspro.ru/books/97338>
23. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем. Стандартизация, техническое документирование информационных систем: учебное пособие. – Лань, 2021. – 216 с.

Дополнительная литература

1. Осипова В.А. Автоматизация металлургических производств: электрон. учеб. пособие / В.А. Осипова, Т.В. Астахова, А.А. Дружинина, И.И. Лапаев. – Электрон. дан. (2 Мб).
2. Основы автоматизации. Введение в специальность: учебное пособие / Л.В. Галина, М.А. Корнипаев, М.В. Овечкин, Д.А. Проскурин; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2018. - 99с.
3. Прахова М.Ю. Системы автоматизации в нефтяной промышленности: учебное пособие / Прахова М.Ю. и др.; под общ. ред. М. Ю. Праховой. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 304 с.

4. Страуструп Бьерн. Язык программирования C++ / 4-е изд., пер. с англ. – Москва: «Бином». – 2024 г. – 1104 с. ISBN: 5-7989-0223-4
5. Барский А. Г. К теории двумерных и трехмерных систем автоматического регулирования/ А. Г. Барский. - М.: Логос, 2015. - 189 с.
6. Григорьев В.В. Анализ систем автоматического управления: [учебное пособие] / В.В. Григорьев, Г. В. Лукьянова, К. А. Сергеев; — СПб.: СПбГУ ИТМО, 2014. — 122 с. — Режим доступа: http://books.ifmo.ru/search_form/search.htm
7. Гагарина, Л.Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем. Учебное пособие / Л.Г. Гагарина. - М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2019. – 384 с.
8. <http://znanium.com/catalog/product/1003025>
9. Виноградов, В.М. Автоматизация технологических процессов и производств. Введение в специальность: Учебное пособие / В.М. Виноградов, А.А. Черепяхин. - М.: Форум, 2018. - 305 с.
10. Клепиков, В.В. Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие / В.В. Клепиков, А.Г. Схиртладзе, Н.М. Султан-заде. - М.: Инфра-М, 2019. - 351 с.

Базы данных, информационно - справочные системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana
<http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система www.consultant.ru
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect
<http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY» <https://elibrary.ru>
7. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru>
8. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
<https://e.lanbook.com/books>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ) <http://elibrary.rsl.ru>
12. Электронная библиотека учебников <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»» <http://rucont.ru/>

15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru>