

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 09.09.2021 22:53:08
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

_____ А.В.Гарабаджиу

«_____» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
И ПРОИЗВОДСТВАМИ»**

Направление подготовки:

09.06.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность подготовки:

**Автоматизация и управление технологическими процессами
и производствами**

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения: **очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **Автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург
2017

Б1.В.01

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
|--------------|---------|---|
| Разработчики | | Профессор Л.А.Русинов Профессор А.Л.Фокин Профессор В.Г.Харазов |

Рабочая программа дисциплины «научно-исследовательская деятельность» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности
протокол от «__» _____ 2017. № __

Зав. кафедрой автоматизации процессов химической промышленности

Л.А.Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления

протокол от «__» _____ 201__ № __

Председатель

В.В.Куркина

СОГЛАСОВАНО

| | | |
|--|--|-------------------------|
| Руководитель направленности подготовки «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» | | профессор Л. А. Русинов |
| Директор библиотеки | | Т.Н.Старостенко |
| Начальник отдела аспирантуры и докторантуры | | доцент О.Н.Еронько |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 4 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..... | 5 |
| 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 6 |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 6 |
| 4.1 Структура дисциплины..... | 6 |
| 4.2. ЗАНЯТИЯ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА | 7 |
| Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления ... | 8 |
| 4.3 Примерные темы практических занятий..... | 10 |
| 4.4. Самостоятельная работа | 12 |
| 4.5. Темы рефератов (5 семестр)..... | 13 |
| 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ. | 14 |
| 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ..... | 14 |
| 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 14 |
| 7.1 Основная литература..... | 14 |
| 7.2 Дополнительная литература..... | 15 |
| 7.3 Вспомогательная литература | 15 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 15 |
| 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 16 |
| 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 16 |
| 10.1. Информационные технологии..... | 16 |
| 10.2. Программнообеспечение..... | 16 |
| 10.3. Информационные справочные системы..... | 16 |
| 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ. | 16 |
| 12. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ..... | 17 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 | 17 |
| Фонд оценочных средств..... | 17 |
| 1. Перечень компетенций и этапов их формирования..... | 17 |
| 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания..... | 18 |
| 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации | 20 |
| 4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций..... | 22 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|------------------|--|---|
| ПК-1 | Способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления технологическими процессами | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> — основные задачи, решаемые на различных уровнях иерархии АСУ: АСУТП, MES- и ERP - систем, а также принципы создания интегрированных систем управления; — структуры и состав информационного, программного и технического обеспечений АСУТП; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> — подбирать необходимые устройства и конфигурацию для решения практических задач, в том числе контроллеры, рабочие станции и другие компоненты для проектирования системы управления; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> — способностью обоснованного выбора вида информационной технологии, разработки структуры системы управления и алгоритма ее функционирования. |
| ПК-2 | Способность проводить исследование, алгоритмизацию, оптимизацию технологических процессов и имитационное моделирование функционирования систем автоматизации | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> — основные принципы и методы инженерных расчетов, построения и исследования систем автоматического управления и их оптимизации; — структуры и состав информационного, программного и технического обеспечений АСУТП; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> — использовать современные программные комплексы для математического моделирования и оптимизации технических систем; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> — навыками синтеза структуры и расчета одноконтурных и многоконтурных АСУ с заданными характеристиками качества регулирования; — способностью использовать современные научные методы анализа проблем и ситуаций, возникающих в ходе |

| | | |
|-------------|--|--|
| | | управления технологическими процессами, и находить необходимые решения. |
| ПК-3 | Способность использовать современные технологии обработки информации, технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> — основные принципы и методы инженерных расчетов, построения и исследования систем автоматического управления и их оптимизации; — современные методы и подходы к принятию решений в многокритериальных задачах, а также структуры систем поддержки принятия решений при управлении технологическими процессами; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> — решать типовые задачи, возникающие при построении систем управления, находить оптимальные структуры построения автоматических систем и рассчитывать оптимальные режимы работы систем; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> — навыками синтеза структуры и расчета одноконтурных и многоконтурных АСР с заданными характеристиками качества регулирования. |
| ПК-4 | Способность использовать современные методы при построении систем диагностики и прогноза состояния технологических процессов и оборудования с целью повышения их технологической и экологической безопасности | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> — современные методы и подходы к принятию решений в многокритериальных задачах, а также структуры систем поддержки принятия решений при управлении технологическими процессами; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> — использовать современные программные комплексы для математического моделирования и оптимизации технических систем; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> — способностью использовать современные научные методы анализа проблем и ситуаций, возникающих в ходе управления технологическими процессами, и находить необходимые решения; — способностью обоснованного выбора вида информационной технологии, разработки структуры системы управления и алгоритма ее функционирования. |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 (Б1.В.ДВ3) учебного плана аспирантов по направлению 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника и читается на 5 и 6 семестрах 3-го года обучения. На её изучение отводится 5 ЗЕ (180 часов).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении следующих специальных дисциплин: теория автоматического управления, технические средства автоматизации; оптимизация систем управления; искусственный интеллект в системах управления; автоматизация технологических процессов и производств; автоматизированные банки данных и знаний; управляющие вычислительные комплексы; интегрированные системы проектирования и управления; программирование и основы алгоритмизации.

3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы | Всего, академических часов |
|--|----------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов) | 5/ 180 |
| Контактная работа с преподавателем: | 78 |
| занятия лекционного типа | 39 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. семинары, практические занятия | 39 |
| КСР | |
| другие виды контактной работы | |
| Самостоятельная работа | 66 |
| Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе) | реферат (36) |
| Форма промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен) | экзамен |

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

| | Раздел дисциплины | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах) | | | Формируемые компетенции |
|--|-------------------------------------|---|----------|----|-------------------------|
| | | Лекции | Практич. | СР | |
| Семестр 5 | | | | | |
| I. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ | | | | | |
| 1 | Линейные аналоговые САУ. | 2 | 2 | 4 | ПК-3 |
| 2 | Линейные дискретные САУ. | 4 | 4 | 4 | ПК-3 |
| 3 | Анализ нелинейных и многомерных САУ | 4 | 6 | 6 | ПК-3 |
| 4 | Идентификация систем управления. | 3 | 4 | 4 | ПК-2 |
| II. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ. | | | | | |
| 5 | Теория оптимального управления | 4 | 6 | 6 | ПК-2, |

| | | | | | |
|---|--|----|----|----|---------------|
| | | | | | ПК-3 |
| 6 | Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления | 6 | 6 | 6 | ПК-2 |
| Семестр 6 | | | | | |
| III. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ | | | | | |
| 7 | Системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). | 5 | | 12 | ПК-1, ПК-2 |
| 8 | Задачи и методы принятия решений в системах управления | 5 | 6 | 12 | ПК-1, ПК-4 |
| 9 | Технические средства АСУТП. Тенденции развития АСУТП. | 6 | 5 | 12 | ПК-1, ПК-4 |
| | Экзамен | | | | 36 |
| | Всего | 39 | 39 | 66 | 36 |

4.2. Занятия лекционного типа

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1 | <p>Линейные аналоговые САУ. Уравнения состояния. Получение этих уравнений по передаточной функции и обратные процедуры. Анализ систем во временной области. Построение наблюдателей. Управляемость и наблюдаемость систем.</p> <p>Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Случайный сигнал в замкнутой линейной системе. Уравнение Винера — Хопфа, методы его решения.</p> <p>Устойчивость линейных систем. Качество переходных процессов. Оценка качества САУ в типовых режимах. Взаимосвязь различных критериев качества. Повышение точности САУ. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации.</p> | 2 | Слайд-презентация |
| 2 | <p>Линейные дискретные САУ. Виды дискретизации сигнала. Преобразование Лапласа для импульсных сигналов. Прямое и обратное Z-преобразования и их свойства. Формулы связи Z-преобразования с преобразованием Лапласа. Передаточная функция импульсной системы. Фиксирующие цепи. Передаточная функция последовательного соединения звеньев системы. Специфика расчета импульсных систем с обратной связью.</p> <p>Необходимое и достаточное условие устойчивости импульсной системы. Уравнение состояния для дискретной системы. Использование ПИД закона регулирования в дискретных системах. Цифровые САУ. Системы с широтно- и частотно-импульсной модуляцией.</p> | 4 | Слайд-презентация |
| 3 | <p>Анализ нелинейных и многомерных САУ. Нелинейные системы - основные понятия, особенности. Типовые нелинейности, их статические и временные характеристики. Устойчивость движения нелинейной системы. Методы Ляпунова для исследования устойчивости нелинейных САУ. Абсолютная устойчивость. Частотный метод определения устойчивости В.М.Попова. Исследование устойчивости движения в фазовом пространстве. Приближенные и точные методы построения фазовых траекторий. Примеры построения фазовых портретов системы регулирования. Метод точечных преобразований и его применение для исследования устойчивости нелинейных систем. Использование метода малого параметра при анализе нелинейных САУ.</p> <p>Статистическая линеаризация нелинейностей. Нелинейное преобразование случайных сигналов. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации. Применение показателя колебательности к расчету нелинейной системы. Качество переходного</p> | 4 | Слайд-презентация |

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
| | <p>процесса и его исследование с помощью ЭВМ. Корректирующие звенья в нелинейных САУ.</p> <p>Алгебраическая теория многомерных систем. Анализ устойчивости, Понятие о методах декомпозиции. Методы анализа и синтеза многомерных и нестационарных систем. Управляемость и наблюдаемость.</p> | | |
| 4 | <p>Идентификация систем управления Идентификация статических и динамических систем. Виды оценок параметров. Идентификация с использованием активных экспериментов на объекте. Применение метода наименьших квадратов для идентификации динамических систем. Рекуррентный метод наименьших квадратов. Особенности идентификации объектов в действующих САУ.</p> <p>Аналитические методы определения характеристик объектов. Методы вывода передаточных функций объекта: метод безразмерных переменных; метод размерных переменных. Экспериментальные методы определения свойств объектов. Основные методы параметрической идентификации объектов. Идентификация объектов по переходной и импульсной характеристике.</p> | 3 | Слайд-презентация |
| 5 | <p>Теория оптимального управления. Постановка задачи оптимального управления. Безусловная оптимизация. Условия существования экстремума целевой функции. Градиентные методы поиска экстремума. Условная оптимизация. Выпуклое и вогнутое программирование. Метод множителей Лагранжа. Теорема Куна — Таккера. Основные свойства задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.</p> <p>Нелинейное программирование. Сведение к задаче линейного программирования нелинейных задач.</p> <p>Оптимизация непрерывных динамических систем. Принцип максимума Л.С.Понтрягина. Численные методы оптимизации. Линейно-квадратичная задача оптимизации. Терминальное управление. Оптимизация по быстродействию.</p> <p>Адаптивное управление. Синтез адаптивной системы с использованием параметрических обратных связей.</p> <p>Робастное управление. Теоремы о робастной устойчивости. Понятие оптимизации систем в пространстве Харди (H_∞-теория).</p> <p>Оптимизация дискретных динамических систем. Специфика использования ПИД закона регулирования в дискретных системах. Использование специальных схем компенсации запаздывания в дискретных системах.</p> <p>Принцип оптимальности Р.Беллмана. Использование динамического программирования для оптимизации систем. Использование частотно-импульсной и широтно-импульсной модуляции в импульсных системах. Управление при неполной информации о процессе. Использование конечно-сходящихся алгоритмов адаптации В.А.Якубовича для синтеза дискретной адаптивной системы. Пример синтеза для одномерного объекта. Робастное управление в дискретных системах. Использование опорных траекторий при управлении.</p> | 4 | Слайд-презентация |
| 6 | <p>Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления. Основные направления и методы моделирования. Основные положения теории подобия. Принципы построения и основные требования к математическим моделям. Формы представления математических моделей.</p> <p>Методы построения статических моделей технологических процессов (ТП). Фундаментальные модели, концептуальные модели, экспериментально-статистические модели, комбинированные модели. Особенности построения регрессионных моделей ТП в условиях действующего производства.</p> <p>Моделирование систем. Вычисление переменных модели. Точность и устойчивость решения. Методы идентификации и проверки адекватности. Верификация модели. Имитационное моделирование. Свойства имитационных моделей.</p> <p>Типовая структура системы многоуровневой оптимизации в АСУТП. Системы верхнего и нижнего уровня. Взаимодействие подсистем в ходе функционирования технологического объекта. Опти-</p> | 6 | Слайд-презентация |

| | | | |
|---|---|---|-------------------|
| | <p>мизация автоматизированных технологических комплексов. Совместная оптимизация характеристик технологического оборудования и системы управления. Общая формализованная постановка задачи оптимизации ТП. Оптимальность по Парето. Аддитивная свертка критериев оптимизации. Минимаксный подход к решению задач многокритериальной оптимизации.</p> <p>Методы решения задач статической оптимизации ТП. Динамическая оптимизация ТП. Постановка и методы решения задач динамической оптимизации. Общий вид многомерных дискретных динамических моделей.</p> | | |
| 7 | <p>Иерархия систем управления технологическим процессом и производством в масштабе предприятия. Задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии. Интегрированные АСУ. MES-системы в управлении непрерывными и дискретными процессами. АСОДУ, как компонент MES-системы. Системы планирования ресурсов предприятия (ERP-системы). Основные функции и подсистемы ERP-систем.</p> <p>Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ. Разработка методов обеспечения совместности и интеграции АСУ, АСУТП, АСУЦ, АСТПП и других систем и средств управления. Разработка функционально-алгоритмической структуры АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП.</p> <p>Синтез одноконтурных промышленных систем регулирования: методы синтеза АСР по прямым и косвенным показателям качества. Основные методы расчета оптимальных настроечных параметров промышленных регуляторов для одноконтурных АСР. Синтез и расчет комбинированных АСР. Системы с подключением динамического компенсатора на вход объекта, на вход регулятора. Синтез и расчет каскадных АСР. Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. АСР с регуляторами Смита и Ресвика.</p> <p>Регулирование многосвязных объектов. Синтез и расчет систем несвязанного и связанного регулирования многосвязных объектов. Итерационные алгоритмы расчета. Системы с различными способами подключения компенсаторов. Методики расчета компенсаторов.</p> <p>Методика системного анализа технологического процесса как объекта управления и автоматизации. Выбор каналов управления; математическое описание объекта по выбранным каналам управления; выбор параметров контроля, сигнализации и защиты.</p> <p>Автоматизация типовых ТП: гидромеханических, тепловых, массообменных, реакторных и др. видов технологических процессов. Типовое решение автоматизации. Автоматизация потенциально опасных процессов.</p> <p>Автоматизация периодических производств на основании идеологии гибких автоматизированных производственных систем. Иерархическая структура гибкой автоматизированной химико-технологической производственной системы. Структура и функциональные характеристики АСУТП гибких автоматизированных ХТС.</p> | 5 | Слайд-презентация |
| 8 | <p>Задачи и методы принятия решений в системах управления. Постановка задачи принятия решений. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.</p> <p>Принятие решений в условиях неопределенности. Виды неопределенностей. Статистические модели принятия решений. Нечеткие множества. Основные определения операции над нечеткими множествами.</p> | 5 | Слайд-презентация |

| | | | |
|---|--|---|-------------------|
| | <p>ми. Нечеткое моделирование. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Лингвистические переменные, нечеткие динамические системы, нечеткие отношения как модели динамических систем. Идентификация в нечетких системах. Композиции: максимная, макспродукт, альфа-композиция.</p> <p>Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Метод Саати. Задача менеджера.</p> | | |
| 9 | <p>Технические средства АСУТП. Тенденции развития АСУТП. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) и промышленные персональные компьютеры в системах управления. Классификация и методы выбора ПЛК.</p> <p>Организация устройств связи с объектом УСО. Особенности подключения ПЛК к объектам. Взрывоопасные зоны и виды взрывозащиты. Барьеры искрозащиты (активные и пассивные). Особенности подключения исполнительных механизмов. Системы распределенного ввода-вывода и управления.</p> <p>Промышленные сети. Интегрированные системы управления, - связь всех уровней иерархии на базе локальных и промышленных сетей. Методы доступа к каналу. Компоненты сетей.</p> <p>Состав типового базового ПО контроллера. Прикладное ПО. Языки технологического программирования по стандарту IEC-1131-3.</p> <p>Программное обеспечение диспетчерских рабочих станций (РС). Структура, основные функции и методы выбора SCADA-систем. Особенности программирования SCADA-систем.</p> <p>Диагностика нарушений в АСУТП. Методы мониторинга автоматизированных систем. Диагностические модели. Методы диагностики нарушений и отказов оборудования в контурах систем управления.</p> <p>Современные тенденции развития распределенных АСУТП: интеграция АСУ ТП и АСУП; открытость систем повышение быстродействия систем управления, развитие встраиваемых систем.</p> | 6 | Слайд-презентация |

4.3 Примерные темы практических занятий

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|--|
| 1 | Линейные аналоговые САУ. Уравнения состояния. Устойчивость линейных систем. Качество переходных процессов. Оценка качества САУ в типовых режимах. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации. | 2 | |
| 2 | Линейные дискретные САУ-Преобразование Лапласа для импульсных сигналов. Прямое и обратное Z-преобразования. Формулы связи Z-преобразования с преобразованием Лапласа. Передаточная функция импульсной системы. Передаточная функция последовательного соединения звеньев системы. Импульсные системы с обратной связью. Устойчивость импульсной системы. Уравнение состояния для дискретной системы. ПИД-закон регулирования в дискретных системах. Системы с широтно- и частотно-импульсной модуляцией. | 4 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |
| 3 | Анализ нелинейных и многомерных САУ. Методы Ляпунова для исследования устойчивости нелинейных САУ. Частотный метод определения устойчивости В.М. Попова. Приближенные и точные методы построения фазовых траекторий. Примеры построения фазовых портретов системы регулирования. Метод точечных преобразований и его применение для исследования устойчивости нелинейных систем. Использование метода малого параметра при анализе нелинейных САУ. | 6 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |
| | Статистическая линеаризация нелинейностей. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации. Корректи- | | |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | <p>рующие звенья в нелинейных САУ.</p> <p>Алгебраическая теория многомерных систем. Анализ устойчивости, Понятие о методах декомпозиции. Методы анализа и синтеза многомерных и нестационарных систем. Управляемость и наблюдаемость.</p> | | |
| 4 | <p>Идентификация статических и динамических систем управления. Виды оценок параметров. Идентификация с использованием активных экспериментов на объекте. Применение метода наименьших квадратов для идентификации динамических систем. Особенности идентификации объектов в действующих САУ.</p> <p>Аналитические методы определения характеристик объектов. Методы вывода передаточных функций объекта. Экспериментальные методы определения свойств объектов. Основные методы параметрической идентификации объектов. Идентификация объектов по переходной и импульсной характеристике.</p> | 4 | Семинар |
| 5 | <p>Теория оптимального управления. Градиентные методы поиска экстремума. Решение системы линейных уравнений, как задача поиска экстремума. Условная оптимизация. Выпуклое и вогнутое программирование. Метод множителей Лагранжа. Основные свойства задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.</p> <p>Нелинейное программирование. Метод Эрроу — Гурвица — Удзава. Метод внутренней точки. Метод внешней точки. Метод квадратичного штрафа. Модифицированная функция Лагранжа.</p> <p>Принцип максимума Л.С.Понтрягина. Численные методы оптимизации. Линейно-квадратичная задача оптимизации. Терминальное управление.</p> <p>Синтез адаптивной системы с использованием параметрических обратных связей. Адаптивное управление с эталонной и прогнозирующей моделью процесса. Робастное управление. Исследование класса робастных систем с управлением по скорости перемещения материала в реакторе. Робастное управление нелинейным объектом.</p> <p>Использование динамического программирования для оптимизации систем. Использование частотно-импульсной и широтно-импульсной модуляции в импульсных системах. Управление при неполной информации о процессе. Использование конечно-сходящихся алгоритмов адаптации В. А. Якубовича для синтеза дискретной адаптивной системы. Пример синтеза для одномерного объекта.</p> | 6 | Семинар |
| 6 | <p>Математические модели процессов и постановка задач оптимального управления. Моделирование систем. Реализация вычисления переменных модели. Точность и устойчивость решения. Идентификация и оценка адекватности модели. Методы идентификации и проверки адекватности. Верификация модели. Проблемный анализ. Имитационное моделирование.</p> <p>Моделирование гидродинамики потоков. Модели идеального смешения и вытеснения. Ячеечная, комбинированная, диффузионная модели потоков. Моделирование кинетики системы реакций в аппарате периодического действия. Блочная модель.</p> <p>Типовая структура системы многоуровневой оптимизации в АСУТП. Оптимизация автоматизированных технологических комплексов. Совместная оптимизация характеристик технологического оборудования и системы управления. Общая формализованная постановка задачи оптимизации ТП. Формирование единой целевой функции в многокритериальных задачах оптимизации ТП. Оптимальность по Парето. Аддитивная свертка критериев оптимизации. Минимаксный подход к решению задач многокритериальной оптимизации.</p> | 6 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |
| 8 | <p>Задачи и методы принятия решений в системах управления. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.</p> <p>Принятие решений в условиях неопределенности. Основные определения операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Нечеткие отношения, операция над отно-</p> | 6 | Семинар |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | шениями, свойстваотношений.Лингвистические переменные, нечеткие динамические системы, нечеткие отношения как модели динамических систем. Идентификация в нечетких системах. Композиции: максминная, макспродукт, альфа-композиция. Максминная и α -композиции. Принятирешенийпринечеткомотношенииипредпочтений намножествеальтернатив. Метод Саати. Задача менеджера. | | |
| 9 | Технические средства АСУТП.Организация устройств связи с объектом УСО. Особенности подключения ПЛК к объектам. Взрывоопасные зоны и виды взрывозащиты. Барьеры искрозащиты (активные и пассивные). Особенности подключения исполнительных механизмов. Системы распределенного ввода-вывода и управления. Промышленные сети. Связь всех уровней иерархии системы управления на базе локальных и промышленных сетей. Методы доступа к каналу. | 5 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |

4.4. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных, библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

Структура самостоятельной работы - 66ч

| № раздела | Наименование самостоятельной работы | Объем, часы | Форма контроля. |
|-----------|---|-------------|-----------------|
| 1 | Устойчивость линейных систем. Качество переходных процессов. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации. Синтез линейной оптимальной системы. Принципы построения систем с переменной структурой.. | 4 | Устный опрос |
| 2 | Прямое и обратное Z-преобразования и их свойства. Специфика расчета импульсных систем с обратной связью. Необходимое и достаточное условие устойчивости импульсной системы. Уравнение состояния для дискретной системы | 4 | |
| 3 | Методы Ляпунова для исследования устойчивости нелинейных САУ. Частотный метод определения устойчивости В.М.Попова. Использование метода малого параметра при анализе нелинейных САУ. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации. Корректирующие звенья в нелинейных САУ. Анализ устойчивости многомерных систем. Методы анализа и синтеза многомерных и нестационарных систем. Управляемость и наблюдаемость. | 6 | Устный опрос |
| 4 | Идентификация статических и динамических систем. Особенности идентификации объектов в действующих САУ. Аналитические методы определения характеристик объектов. Экспериментальные методы определения свойств объектов. Основные методы параметрической идентификации объектов. | 4 | Устный опрос |

| | | | |
|---|--|----|--------------|
| 5 | <p>Метод множителей Лагранжа. Теорема Куна — Таккера. Основные свойства задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Нелинейное программирование. Сведение к задаче линейного программирования нелинейных задач.</p> <p>Оптимизация непрерывных динамических систем. Принцип максимума Л.С.Понтрягина. Численные методы оптимизации. Адаптивное управление. Робастное управление. Оптимизация дискретных динамических систем. Использование динамического программирования для оптимизации систем.</p> <p>Типовая структура системы многоуровневой оптимизации в АСУТП. Оптимизация автоматизированных технологических комплексов. Аддитивная свертка критериев оптимизации. Методы решения задач статической оптимизации ТП. Динамическая оптимизация ТП.</p> | 6 | Устный опрос |
| 6 | <p>Методы построения статических моделей технологических процессов (ТП). Вычисление переменных модели. Точность и устойчивость решения. Методы идентификации и проверки адекватности. Верификация модели. Имитационное моделирование. Свойства имитационных моделей.</p> | 6 | Устный опрос |
| 7 | <p>Интегрированные АСУ. ERP-системы, MES-системы, АСОДУ, как компонент MES-системы. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП.</p> <p>Синтез и расчет одноконтурных промышленных АСР, комбинированных АСР, каскадных АСР. Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. Регулирование многосвязных объектов. Методики расчета компенсаторов.</p> <p>Методика системного анализа технологического процесса как объекта управления и автоматизации. Выбор каналов управления; математическое описание объекта по выбранным каналам управления; выбор параметров контроля, сигнализации и защиты.</p> | 12 | Устный опрос |
| 8 | <p>Принятие решений в условиях неопределенности. Основные операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения, операции над отношениями. Лингвистические переменные, нечеткие динамические системы, нечеткие отношения как модели динамических систем. Идентификация в нечетких системах. Композиции: максиминная, максиминная, альфа-композиция.</p> <p>Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Метод Саати. Задача менеджера.</p> | 12 | Устный опрос |
| 9 | <p>Особенности подключения ПЛК к объектам. Взрывоопасные зоны и виды взрывозащиты. Барьеры искрозащиты (активные и пассивные). Системы распределенного ввода-вывода и управления. Промышленные сети. Методы доступа к каналу. Компоненты сетей. Интегрированные системы управления, - связь всех уровней иерархии на базе локальных и промышленных сетей. Состав типового базового ПО контроллера. Прикладное ПО. Программное обеспечение диспетчерских рабочих станций (РС). Структура, основные функции и методы выбора SCADA-систем.</p> <p>Современные тенденции развития распределенных АСУТП: интеграция АСУ ТП и АСУП; открытость систем повышение быстродействия систем управления, развитие встраиваемых систем.</p> | 12 | Устный опрос |

4.5. Темы рефератов (5 семестр)

1. Устойчивость линейных систем управления. Качество переходных процессов.
2. Цифровые САУ. Системы с широтно- и частотно-импульсной модуляцией
3. Традиционные законы управления в дискретных системах.
4. Методы оценки устойчивости нелинейных систем.
5. Методы анализа и синтеза многомерных
6. Применение метода наименьших квадратов для идентификации динамических систем.
7. Основные методы параметрической идентификации объектов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями) для проверки знаний и навыков.

При сдаче экзамена аспирант получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки аспиранта к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Критерии устойчивости линейных САУ.
2. Локальные системы автоматизации технологических процессов. Функции и структуры основных подсистем

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная литература

1. Власов, К.П. Теория автоматического управления: учеб. пособие по напр. 220200 «Автоматизация и управление» / К.П. Власов - Харьков: Гуманит. Центр, 2007. – 524 с.
2. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами – СПб.: Профессия, 2013.- 656 с.
3. Беспалов, А. В. Системы управления химико-технологическими процессами: учебник для вузов/А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов; М.: Наука, 2006. – 324 с.
4. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов. – 5-е изд., стер. / Б.Я Советов, С.А.Яковлев– М. : Высш. шк., 2007. – 343 с.

- Советов, Б.Я. Интеллектуальные системы и технологии: учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - М.: Академия, 2013. - 318 с.

7.2 Дополнительная литература

- Теория автоматического управления: учебник для вузов по напр. подгот. бакалавров и магистров «Автоматизация и управление»/ Под ред. В. Б. Яковлева – М.: Высш. шк., 2009. – 567 с.
- Схиртладзе, А.Г. Интегрированные системы проектирования и управления: учебное пособие для вузов подготовки «Автоматизированные технологии и производства» / А.Г. Схиртладзе, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. – М.: Академия, 2010. – 347 с.

7.3 Вспомогательная литература

- Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления / А.А. Первозванский - М.: Наука, 1986. — 616 с.
- Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования / В.А.Бесекерский, Е.П.Попов - М.: Наука, 1972. — 768 с.
- Теория автоматического управления: Учебник для вузов / Под ред. А.А.Воронова. М.: Высшая школа, 1986. — 367 с.
- Рей, У. Методы управления технологическими процессами / У.Рей - М.: Мир,1983. -368с.
- Бертсекас, Д. Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа / Д.Бертсекас - М.: Радио и связь, 1987. - 406 с.
- Кафаров, В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии / В.В.Кафаров - М: Химия, 1985. – 448 с.
- В.В.Кафаров Математическое моделирование основных процессов химических производств / В.В. Кафаров, М.Б.Глебов - М.: Высшая школа,1991. – 366 с.
- Е.Г.Дудников Автоматическое управление в химической промышленности / Е.Г.Дудников - М.: Химия, 1987.- 368 с.
- Л.М.Полоцкий Автоматизация химических производств / Л.М.Полоцкий, Г.И.Лапшенков - М.: Химия, 1982.- 295 с.
- Мирошник, И. В. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими объектами/ И.В.Мирошник, В.О.Никифоров, А.Л.Фрадков. – СПб.: Наука, 2000. – 324 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Ведущие порталы в области образования и информационных технологий:

- URL: <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»
- URL: <http://www.openet.edu.ru> – Российский портал открытого образования
- URL: <http://www.exponenta.ru> - Российский портал образования
- model.exponenta.ru - сайт о моделировании и исследовании: систем, объектов, технических процессов и физических явлений.

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия аспирант должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel); Mathcad

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами;
- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийными устройствами и оборудованием;

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине, наличие LANи USB.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

Приложение № 1

к рабочей программе дисциплины

Фонд оценочных средств

для проведения промежуточной аттестации по

дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Индекс | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|---------------|--|--------------------------|
| ПК-1 | Способность к созданию автоматизированных технологических процессов и систем управлению ими. | промежуточный |
| ПК-2 | Способность проводить исследование, алгоритмизацию, оптимизацию технологических процессов и имитационное моделирование функционирования систем автоматизации | промежуточный |
| ПК-3 | Способность использовать современные технологии обработки информации, технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления | промежуточный |
| ПК-4 | Способность использовать современные методы при построении систем диагностики и прогноза состояния технологических процессов и оборудования с целью повышения их технологической и экологической безопасности | промежуточный |

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

| Разделы дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|----------------------|--|--|-------------|
| Освоение раздела № 1 | Знает методы описания линейных АСР, типовые переходные процессы и законы регулирования. Умеет рассчитывать устойчивость линейных АСР. Владеет навыками синтеза структуры и расчета одноконтурных АСР с заданными характеристиками качества регулирования | Правильные ответы на вопросы №1-7 к экзамену | ПК-3 |
| Освоение раздела № 2 | Знает связь Z-преобразования с преобразованием Лапласа, специфику расчета импульсных систем с обратной связью. Умеет рассчитать устойчивость дискретных систем. Владеет навыками использования типовых регуляторов в дискретных АСР | Правильные ответы на вопросы №8-11 к экзамену | ПК-3 |
| Освоение раздела № 3 | Знает методы оценки устойчивости нелинейных систем, методы анализа и синтеза многомерных и нестационарных систем. Умеет рассчитать устойчивость нелинейной системы Владеет навыками синтеза структуры и расчета нелинейных АСР. | Правильные ответы на вопросы №12-16 к экзамену | ПК-3 |
| Освоение раздела № 4 | Знает экспериментальные методы определения свойств объектов. Умеет поставить активный эксперимент для идентификации объекта. Владеет основными методами параметрической идентификации объектов. | Правильные ответы на вопросы №17-20 к экзамену | ПК-2 |
| Освоение раздела №5 | Знает методы безусловной и условной оптимизации, методы адаптивного и робастного управления. Умеет использовать методы линейного и нелинейного программирования для поиска экстремума целевой функции. Владеет методами исследования адаптивных и робастных систем. | Правильные ответы на вопросы №21-24 к экзамену | ПК-2 |
| | Знает основные решения задач линейного и нелинейного программирования, численные методы оптимизации., Умеет организовать управление при неполной информации о процессе. Владеет основными методами оптимизации динамических систем | Правильные ответы на вопросы №25-28 к экзамену | ПК-3 |
| Освоение раздела № 6 | Знает методы идентификации и проверки адекватности модели, формализованную постановку задачи оптимизации технологического процесса. Умеет использовать современные программные комплексы для математического моделирования и оптимизации технических систем.. Владеет подходами к решению задач многокритериальной оптимизации. | Правильные ответы на вопросы №29-34 к экзамену | ПК-2 |
| Освоение раздела № 7 | Знает задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии АСУТП, основные функции и подсистемы MES- и ERP-систем. | Правильные ответы на вопросы №35-41 к экзамену | ПК-1 |

| | | | |
|----------------------|--|--|------|
| | <p>Умеет разработать функционально-алгоритмической структуры АСУТП.</p> <p>Владеет основными видами обеспечений АСУТП.</p> | | |
| | <p>Знает системы автоматизации основных технологических процессов, средства и методы проектирования различных видов обеспечений АСУТП.</p> <p>Умеет осуществлять выбор каналов управления; параметров контроля, сигнализации и защиты.</p> <p>Владеет методами синтеза и расчета систем несвязанного и связанного регулирования многосвязных объектов.</p> | Правильные ответы на вопросы №42-45 к экзамену | ПК-2 |
| Освоение раздела № 8 | <p>Знает методы принятия решений на базе экспертной информации, методы принятия решений в нечеткой среде</p> <p>Умеет создать экспертную группу и провести экспертный опрос с обработкой полученных данных.</p> <p>Владеет способностью использовать современные научные методы анализа проблем и ситуаций, возникающих в ходе управления технологическими процессами, и находить необходимые решения.</p> | Правильные ответы на вопросы №46-48 к экзамену | ПК-1 |
| | <p>Знает методы принятия решений при выборе аппаратуры АСУТП.</p> <p>Умеет подбирать необходимые устройства и конфигурацию для решения практических задач, в том числе контроллеры, рабочие станции и другие компоненты для проектирования системы управления.</p> <p>Владеет способностью обоснованного выбора вида информационной технологии, разработки структуры когнитивной системы управления и алгоритма ее функционирования</p> | Правильные ответы на вопросы №49-51 к экзамену | ПК-4 |
| Освоение раздела № 9 | <p>Знает методику конфигурирования контроллеров, состав типового ПО контроллера.</p> <p>Умеет организовать работу АСУТП во взрыво- и пожароопасных помещениях.</p> <p>Владеет навыками подключения полевой автоматики к контроллеру.</p> | Правильные ответы на вопросы №52-55 к экзамену | ПК-1 |
| | <p>Знает основные типы диагностических моделей</p> <p>Умеет разработать систему диагностики нарушений.</p> <p>Владеет навыками анализа технологического процесса и оборудования АСУТП для определения возможных нарушений и отказов.</p> | Правильные ответы на вопросы №56-60 к экзамену | ПК-4 |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) зачета с оценкой, то шкала оценивания – балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

1. Понятие АСР, основные виды и задачи регулирования. Понятие о передаточной функции объекта или системы. Передаточная функция АСР
2. Виды свободного движения АСР. Диаграмма Вышнеградского. Статические и астатические системы.
3. Устойчивость линейной АСР. Виды границ устойчивости. Исследование устойчивости АСР. Критерии устойчивости.
4. Синтез модального регулятора по передаточной функции замкнутой системы. Проектирование АСР методом компенсации
5. Основные законы регулирования. Корректирующие устройства в АСР.
6. Структурные свойства линейной системы с одним входом и одним выходом. Понятие невырожденности систем.
7. Управляемость и наблюдаемость системы. Параметрическая оптимизация линейной замкнутой системы. Корневые методы оценки качества АСР.
8. Понятие о дискретных и импульсных системах. Примеры импульсных систем. Теорема Котельникова-Шеннона.
9. Прямое и обратное Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Передаточные функции импульсной системы.
10. Устойчивость дискретной системы. Понятие о бесконечной степени устойчивости.
11. Дискретные регуляторы. ПИД-закон регулирования в дискретной системе. Метод компенсации в дискретных и импульсных системах.
12. Определение устойчивости по Ляпунову. Методы построения функций Ляпунова.
13. Абсолютная устойчивость нелинейных систем. Системы прямого управления. Системы непрямого управления. Теорема Попова.
14. Метод точечных преобразований и его применение для исследования устойчивости нелинейных систем.
15. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации.
16. Методы анализа и синтеза многомерных и нестационарных систем.
17. Идентификация с использованием активных экспериментов на объекте
18. Применение метода наименьших квадратов для идентификации динамических систем
19. Особенности идентификации объектов в действующих САУ.
20. Экспериментальные методы определения свойств объектов.
21. Оптимальное управление линейным объектом. Проектирование оптимальных АСР линейным объектом.
22. Оптимальное управление линейным объектом с переменными параметрами. Метод замороженных коэффициентов при синтезе управления объектом с переменными параметрами.
23. Принцип оптимальности Беллмана. Динамическое программирование. Функция Беллмана-Ляпунова и ее использование для решения задачи динамического программирования.
24. Принцип максимума Л. С. Понтрягина. Использование принципа максимума для решения задач оптимизации линейной системы.
25. Градиентные методы поиска экстремума функции. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов.
26. Выпуклое и вогнутое программирование. Метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.
27. Сведение задачи нелинейного программирования к задаче линейного программирования. Приведение билинейной задачи к задаче линейного программирования.

28. Метод Эрроу-Гурвица-Удзава для решения задач нелинейного программирования.
29. Методы моделирования. Теория подобия. Блочный принцип построения моделей.
30. Моделирование гидродинамики потоков. Модели идеального смешения и вытеснения. Ячеечная, комбинированная, диффузионная модели потоков.
31. Моделирование кинетики системы реакций в аппарате периодического действия. Блочная модель.
32. Технология математического моделирования. Проблема идентификации модели.
33. Исследование поведения динамических систем в точках равновесия. Бифуркации состояний равновесия. Фазовые траектории.
34. Имитационное моделирование. Суть метода. Достоинства и недостатки.
35. Интегрированные автоматизированные системы управления предприятиями. Структура и основные принципы интеграции.
36. Состав и основные принципы построения АСУ ТП. Типовая функциональная структура. Техническое обеспечение АСУ ТП.
37. Состав и основные принципы построения АСУ ТП. Математическое, программное, метрологическое обеспечение АСУ ТП.
38. Локальные системы автоматизации технологических процессов. Функции и структуры основных подсистем
39. Комбинированные АСР с динамическим компенсатором. Основные принципы расчета: условие инвариантности; условия физической реализуемости.
40. Каскадные АСР. Основные структуры. Основные принципы расчета.
41. Многосвязные объекты регулирования. Понятие. Примеры технологических процессов, как многосвязных объектов регулирования. Основные подходы к построению систем регулирования многосвязных объектов.
42. Определение динамических характеристик для астатических и статических объектов на основе аналитических методик.
43. Автоматические регуляторы на основе типовых законов регулирования. Уравнения динамики, переходные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики.
44. Синтез и исследование систем регулирования на базе статических и астатических объектов 1-го порядка и регуляторами с типовыми законами регулирования.
45. Специальные структуры регуляторов для регулирования объектов с запаздыванием. Синтез и анализ АСР с регулятором Смита.
46. Нечеткое описание задач принятия решений (ПР). Лингвистический подход, лингвистические переменные. Формализация лингвистических переменных.
47. Подходы к ПР в нечеткой среде. Методы ПР на основе оценок нечетких функций полезности.
48. ПР в многокритериальных задачах. Основы метода анализа иерархий Саати. Проверка согласованности матриц парных сравнений и вычисление глобальных приоритетов - интегральных оценок альтернатив.
49. Применение экспертных методов и обобщенная схема экспертизы для решения задач оценивания. Методы обработки экспертной информации.
50. ПР в многокритериальных задачах. Линейная свертка, использование контрольных показателей. Компромиссы Парето.
51. Логико-лингвистические модели в задачах управления. Ситуационное управление
52. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) в системах управления. Классификация и основные структуры ПЛК
53. Особенности подключения ПЛК к объектам (датчики, исполнительные механизмы).
54. Взрывоопасные зоны и виды взрывозащиты. Барьеры искрозащиты (активные и пассивные).

55. Интегрированные системы управления, - связь всех уровней иерархии на базе локальных и промышленных сетей.
56. Языки технологического программирования по стандарту IEC-1131-3.
57. Структура, основные функции и методы выбора SCADA-систем.
58. Методы мониторинга автоматизированных систем.
59. Методы диагностики состояния автоматизированных систем.
60. Основные тенденции развития АСУТП.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.