



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Экономики и управления в АПК

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

*для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в 2025 году*

**ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.3.3. Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами**

1. Цель и задачи программы

Данная программа предназначена для подготовки к вступительным испытаниям по специальной дисциплине 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Программа вступительных испытаний подготовлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень магистра или специалиста).

Целью программы является подготовка претендентов к сдаче вступительного экзамена по специальной дисциплине на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя и степень подготовленности к самостоятельному проведению научных исследований.

Задачи программы – ознакомить поступающих с необходимым объемом знаний в области автоматизации, контроля и управления технологическими процессами и производствами на предприятиях АПК

2. Содержание программы

Раздел № 1. «ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ»

1.1 Введение. Классификация и назначение систем автоматизации. Основные направления развития автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства.

1.2 Основные функциональные элементы регулятора и алгоритм его функционирования. Аналоговые и цифровые регуляторы. Фундаментальные принципы управления.

1.3 Передаточные функции и передаточные матрицы для описания САУ. Типовые звенья и их временные и частотные характеристики. Виды соединений звеньев. Определение передаточной функции системы по передаточным функциям отдельных звеньев. Передаточная функция замкнутой системы.

1.4 Уравнения состояния для описания одномерных и многомерных систем. Получение этих уравнений по передаточной функции и обратные процедуры. Построение наблюдателей. Управляемость и наблюдаемость систем.

1.5 Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Случайный сигнал в замкнутой линейной системе. Уравнение Винера — Хопфа, методы его решения.

1.6 Устойчивость линейных систем. Условия устойчивости линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста). Запасы устойчивости. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Выделение областей устойчивости. Понятие о D- разбиении и расширенных частотных характеристиках.

1.7 Системы с запаздыванием. Частотные критерии устойчивости для систем с запаздыванием. Понятие об интервальной устойчивости. Теорема Харитонова.

1.8 Качество переходных процессов. Оценка качества САУ по переходной характеристике. Оценка качества САУ при гармонических воздействиях. Корневые методы оценки качества САУ. Интегральные критерии качества. Взаимосвязь различных критериев качества.

1.9 Повышение точности САУ. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации.

1.10 Типовые законы регулирования. Параметрическая оптимизация системы.

1.11 Преобразование Лапласа для импульсных сигналов. Определение Z-преобразования. Связь Z-преобразования с преобразованием Лапласа. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование. Передаточная функция импульсной системы. Передаточная функция последовательного соединения звеньев системы.

1.12 Устойчивость импульсной системы. Уравнение состояния для дискретной системы. Использование ПИД закона регулирования в дискретных системах. Цифровые САУ. Системы с широтно-импульсной модуляцией. Системы с частотно-импульсной модуляцией.

1.13 Нелинейные системы – основные понятия, особенности. Типовые нелинейности, их статические и временные характеристики. Определение статических характеристик последовательного и параллельного соединения нелинейностей.

1.14 Устойчивость нелинейной системы. Методы Ляпунова. Абсолютная устойчивость.

1.15 Частотный метод определения устойчивости В.М. Попова. Геометрическая интерпретация метода.

1.16 Статистическая линеаризация нелинейностей. Нелинейное преобразование случайных сигналов. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации. Корректирующие звенья в нелинейных САУ.

1.17 Идентификация статических и динамических систем. Виды оценок параметров. Применение метода наименьших квадратов для идентификации динамических систем.

Раздел № 2. «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»

2.1 Постановка задачи оптимального управления. Безусловная оптимизация. Градиентные методы поиска экстремума. Условная оптимизация. Основные свойства задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

2.2 Нелинейное программирование. Сведение к задаче линейного программирования нелинейных задач.

2.3 Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Численные методы оптимизации. Использование функций Ляпунова для синтеза субоптимальных

систем. Решение задач оптимизации в условиях неопределенности. Адаптивное управление.

2.4 Оптимизация дискретных динамических систем. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Использование динамического программирования для оптимизации систем.

2.5 Основные направления и методы моделирования. Основные положения теории подобия. Формы представления математических моделей.

2.6 Методы построения статических моделей технологических процессов (ТП). Фундаментальные модели, концептуальные модели, экспериментально-статистические (регрессионные) модели, комбинированные модели. Оценивание параметров регрессионных моделей в условиях активного эксперимента.

2.7 Математическое моделирование химико-технологических процессов. Блочный принцип представления элементов математических моделей. Математические модели типовых химико-технологических процессов.

2.8 Моделирование систем. Реализация вычисления переменных модели. Точность и устойчивость решения. Идентификация и оценка адекватности модели. Методы идентификации и проверки адекватности. Верификация модели. Проблемный анализ.

2.9 Имитационное моделирование. Свойства имитационных моделей. Проблемно-ориентированные имитационные системы. Методы имитации, сценарии, тренажеры, имитационные игры.

2.10 Типовая структура системы многоуровневой оптимизации в АСУТП. Системы верхнего уровня (подсистемы идентификации, адаптации, статической оптимизации режима ТП). Системы нижнего уровня (подсистемы автоматизированного контроля и стабилизации режима ТП). Взаимодействие подсистем в ходе функционирования технологического объекта.

2.11 Требования, предъявляемые к характеристикам ТП. Требования, предъявляемые к переменным, определяющим состояние ТП, и к управляющим воздействиям: поддержание на заданном уровне, выдерживание в заданных пропорциях, минимизация, максимизация, соблюдение технологических допусков. Общая формализованная постановка задачи оптимизации ТП.

2.12 Формирование единой целевой функции в многокритериальных задачах оптимизации ТП. Оптимальность по Парето. Аддитивная свертка критериев оптимизации. Методы решения задач статической оптимизации ТП.

2.13 Динамическая оптимизация ТП. Постановка и методы решения задач динамической оптимизации. Решение задач динамической оптимизации в рамках комплексной системы оптимизации и стабилизации режима ТП.

Раздел № 3. «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ В АПК»

3.1 Характеристики сельскохозяйственных технологических процессов. Организационная и технологическая структура сельскохозяйственного производства на промышленной основе. Определения, общая характеристика, специфические особенности, классификация технологий, технологических процессов и операций сельскохозяйственного производства, как объектов автоматизации.

3.2 Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Общие требования к управлению технологическими процессами на производствах АПК. Управление предприятием по 2-х и 3-х уровневой иерархии: структурные схемы; задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии. Интегрированные АСУ крупными промышленными предприятиями. Основные функции MES- систем. АСОДУ, как компонент MES-системы. Примеры MES-систем. Системы планирования ресурсов предприятия (ERP-системы). Основные функции и подсистемы ERP-систем. Примеры ERP-систем

3.3 Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Техническое и алгоритмическое обеспечение АСУТП. Виды и компоненты программного обеспечения. Операционные системы. Информационное обеспечение АСУ.

3.4 Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ. Разработка методов обеспечения совместимости и интеграции АСУ, АСУТП, АСУП, АСТПП и других систем и средств управления.

3.5 Методы определения свойств и характеристик объектов. Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта. Экспериментальные методы определения свойств объектов.

3.6 Синтез одноконтурных промышленных систем регулирования: постановка задачи; основные качественные характеристики; методы синтеза АСР по прямым и косвенным показателям качества. Основные методы расчета оптимальных настроечных параметров промышленных регуляторов для одноконтурных АСР.

3.7 Синтез и расчет комбинированных АСР. Системы с подключением динамического компенсатора. Синтез и расчет каскадных АСР. Основные структуры, принципы расчета каскадных АСР.

3.8 Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР с типовыми законами регулирования на объектах с запаздыванием. Свойства АСР с регуляторами Смита и Ресвика.

3.9 Регулирование многосвязных объектов. Синтез и расчет систем несвязанного регулирования многосвязных объектов. Синтез и расчет систем связанного регулирования многосвязных объектов. Основные типы структур и принципы расчета. Методики расчета компенсаторов.

3.10 Системный анализ ТП как объекта управления и автоматизации. Выбор каналов управления, параметров контроля, сигнализации и защиты.

3.11 Автоматизация типовых ТП в АПК: гидромеханических, тепловых, массообменных, реакторных и др. видов технологических процессов. Типовое решение автоматизации. Типовая схема автоматизации. Автоматизация непрерывных производственных процессов на основе идеологии АСУТП.

3.12 Специфика периодических и дискретных процессов как объектов управления. Автоматизация периодических производств. Структура и функциональные характеристики АСУТП гибких автоматизированных ХТС.

3.13 Вычислительная техника в управлении. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) и промышленные персональные компьютеры (ППК) в системах управления. Классификация и методы выбора ПЛК.

3.14 Современные тенденции развития распределенных АСУТП: интеграция АСУ ТП и АСУП; открытость систем (соответствие всех компонентов системы стандартам МЭК; интеллектуализация полевой автоматики (первичных преобразователей и исполнительных механизмов); резервирование контроллеров; повышение быстродействия систем управления, развитие встраиваемых систем и др.

3.15 Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Принятие решений в условиях неопределенности

3.16 Определение понятия "Интернет Вещей". Примеры и основные области применения "Интернета Вещей". История появления и развития "Интернета Вещей". Конечные устройства - контроллеры, датчики, актуаторы. Роль конечных устройств в архитектуре "Интернета Вещей". Примеры и основные области применения датчиков и актуаторов. Подключение датчиков и актуаторов к микроконтроллерам. Разница между микропроцессорами, микроконтроллерами и микрокомпьютерами.

3.17 Роль сетевых подключений в "Интернете Вещей". Проводные и беспроводные каналы связи. Протоколы IPv4 и IPv6. Принципы подключения устройств в сеть и способы передачи информации. Сетевые топологии, применяемые для подключения конечных устройств в сеть. Беспроводные сети Wi-Fi. Технологии ZigBee и ее особенности. Технология Bluetooth Low Energy и ее особенности. LPWAN - энергоэффективные сети дальнего радиуса действия.

Раздел № 4. «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ»

4.1 Примеры собираемых и обрабатываемых данных в IoT-системах. Большие Данные (Big Data). Основные характеристики Больших Данных: объем, скорость, разнородность, достоверность, ценность. Средства и инструменты статической обработки данных. Средства и инструменты потоковой обработки данных. Средства и инструменты хранения данных. Разнородность и семантика данных. Применение средств Семантического Веба для создания единой семантической модели в IoT-системах. Применение средств Машинного Обучения для обработки данных в задачах автоматизации технологических процессов в АПК.

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

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

4.4 Системы, основанные на знаниях. Искусственный интеллект (ИИ) в системах управления. Модели представления знаний. Сравнение способов представления знаний. Неполные, ненадежные, противоречивые знания. Приобретение и формализация знаний. Сбор знаний от экспертов.

4.5 Экспертные системы (ЭС). Архитектура. База знаний ЭС. Машина вывода ЭС. ЭС реального времени. Особенности реализации на ПЭВМ. Свойства и ограничения ЭС. Области применения ЭС. ЭС в системах управления, ЭС в системах диагностики. Построение регуляторов на базе ЭС.

4.6 Представление и использование нечетких знаний. Нечеткие множества и нечеткие выводы. Операции над нечеткими множествами. Лингвистические переменные, нечеткие динамические системы, нечеткие отношения как модели динамических систем.

4.7 Нечеткие регуляторы. Структуры и подходы к построению нечетких регуляторов. Фазификация. Построение функций принадлежности. Алгоритмы вывода. Методы дефазификации. Анализ и синтез нечетких регуляторов.

4.8 Нечеткие системы ситуационного управления. Отношения на нечетких ситуациях. Подходы к построению ситуационных систем управления.

Обучаемые интеллектуальные управляющие системы. Понятие о нейронных сетях. Возможности их использования в системах управления. Ограничения. Гибридные системы на базе нечетких систем и нейронных сетей.

3. Перечень вопросов к вступительным испытаниям

1. Основные направления развития автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства.
2. Аналоговые и цифровые регуляторы.
3. Основные функциональные элементы регулятора и алгоритм его функционирования.
4. Передаточные функции и передаточные матрицы для описания САУ.
5. Типовые звенья и их временные и частотные характеристики.
6. Уравнения состояния для описания одномерных и многомерных систем.
7. Случайный сигнал в замкнутой линейной системе, уравнение Винера — Хопфа, методы его решения.
8. Устойчивость линейных систем: условия устойчивости, алгебраические и частотные критерии устойчивости (Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста).
9. Системы с запаздыванием. Частотные критерии устойчивости для систем с запаздыванием. Понятие об интервальной устойчивости. Теорема Харитоновна.
10. Качество переходных процессов. Методы оценки качества САУ. Интегральные критерии качества. Взаимосвязь различных критериев качества.
11. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации.
12. Типовые законы регулирования. Параметрическая оптимизация системы.
13. Преобразование Лапласа для импульсных сигналов. Определение Z-преобразования. Связь Z-преобразования с преобразованием Лапласа. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование.
14. Передаточная функция и устойчивость импульсной системы. Уравнение состояния для дискретной системы.

15. Использование ПИД закона регулирования в дискретных системах. Цифровые САУ. Системы с широтно-импульсной модуляцией. Системы с частотно-импульсной модуляцией.
16. Нелинейные системы - основные понятия, особенности. Типовые нелинейности, их статические и временные характеристики. Определение статических характеристик последовательного и параллельного соединения нелинейностей.
17. Устойчивость нелинейной системы. Методы Ляпунова. Абсолютная устойчивость.
18. Частотный метод определения устойчивости В.М.Попова. Геометрическая интерпретация метода.
19. Статистическая линеаризация нелинейностей. Нелинейное преобразование случайных сигналов. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации. Корректирующие звенья в нелинейных САУ.
20. Идентификация статических и динамических систем. Виды оценок параметров. Применение метода наименьших квадратов для идентификации динамических систем.
21. Постановка задачи оптимального управления. Безусловная оптимизация. Градиентные методы поиска экстремума. Условная оптимизация. Основные свойства задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
22. Нелинейное программирование. Сведение к задаче линейного программирования нелинейных задач.
23. Принцип максимума Л.С.Понтрягина. Численные методы оптимизации. Использование функций Ляпунова для синтеза субоптимальных систем. Решение задач оптимизации в условиях неопределенности. Адаптивное управление.
24. Оптимизация дискретных динамических систем. Принцип оптимальности Р. Беллмана. Использование динамического программирования для оптимизации систем.
25. Методы построения статических моделей технологических процессов (ТП). Фундаментальные модели, концептуальные модели, экспериментально-статистические (регрессионные) модели, комбинированные модели. Оценивание параметров регрессионных моделей в условиях активного эксперимента.
26. Типовая структура системы многоуровневой оптимизации в АСУТП. Системы верхнего уровня (подсистемы идентификации, адаптации, статической оптимизации режима ТП). Системы нижнего уровня (подсистемы автоматизированного контроля и стабилизации режима ТП). Взаимодействие подсистем в ходе функционирования технологического объекта.
27. Требования, предъявляемые к характеристикам ТП, переменным, определяющим состояние ТП, и к управляющим воздействиям.
28. Формирование единой целевой функции в многокритериальных задачах оптимизации ТП. Оптимальность по Парето. Аддитивная свертка критериев оптимизации. Методы решения задач статической оптимизации ТП.
29. Динамическая оптимизация ТП. Постановка и методы решения задач динамической оптимизации. Решение задач динамической оптимизации в рамках комплексной системы оптимизации и стабилизации режима ТП.
30. Характеристики сельскохозяйственных технологических процессов. Организационная и технологическая структура сельскохозяйственного производства на промышленной основе.

31. Определения, общая характеристика, специфические особенности, классификация технологий, технологических процессов и операций сельскохозяйственного производства, как объектов автоматизации.
32. Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Общие требования к управлению технологическими процессами на производствах АПК.
33. Управление предприятием по 2-х и 3-х уровневой иерархии: структурные схемы, задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии.
34. Основные функции MES- систем. АСОДУ, как компонент MES-системы. Примеры MES-систем. Системы планирования ресурсов предприятия (ERP-системы). Основные функции и подсистемы ERP-систем. Примеры ERP-систем
35. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Техническое и алгоритмическое обеспечение АСУТП. Виды и компоненты программного обеспечения. Операционные системы. Информационное обеспечение АСУ.
36. Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ. Разработка методов обеспечения совместимости и интеграции АСУ, АСУТП, АСУП, АСТПП и других систем и средств управления.
37. Методы определения свойств и характеристик объектов. Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта. Экспериментальные методы определения свойств объектов.
38. Синтез одноконтурных промышленных систем регулирования: постановка задачи; основные качественные характеристики; методы синтеза АСР по прямым и косвенным показателям качества.
39. Основные методы расчета оптимальных настроечных параметров промышленных регуляторов для одноконтурных АСР.
40. Синтез и расчет комбинированных АСР. Системы с подключением динамического компенсатора. Синтез и расчет каскадных АСР. Основные структуры, принципы расчета каскадных АСР.
41. Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР с типовыми законами регулирования на объектах с запаздыванием. Свойства АСР с регуляторами Смита и Ресвика.
42. Регулирование многосвязных объектов. Синтез и расчет систем связанного и несвязанного регулирования многосвязных объектов.
43. Системный анализ ТП как объекта управления и автоматизации. Выбор каналов управления, параметров контроля, сигнализации и защиты.
44. Автоматизация типовых ТП в АПК: гидромеханических, тепловых, массообменных и др. видов технологических процессов.
45. Типовое решение автоматизации. Типовая схема автоматизации. Автоматизация непрерывных производственных процессов на основе идеологии АСУТП.
46. Специфика периодических и дискретных процессов как объектов управления. Автоматизация периодических производств.
47. Структура и функциональные характеристики АСУТП гибких автоматизированных ХТС.
48. Вычислительная техника в управлении. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) и промышленные персональные компьютеры (ППК) в системах управления. Классификация и методы выбора ПЛК.
49. Современные тенденции развития распределенных АСУТП.
50. Постановка, классификация и описание этапов задач принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности

51. Определение понятия "Интернет Вещей", примеры и применение в задачах автоматизации технологических процессов на предприятиях АПК.
52. Конечные IoT-устройства - контроллеры, датчики, актуаторы. Роль конечных устройств в архитектуре "Интернета Вещей".
53. Роль сетевых подключений в "Интернете Вещей". Проводные и беспроводные каналы связи. Протоколы IPv4 и IPv6. Принципы подключения устройств в сеть и способы передачи информации.
54. Сетевые топологии, применяемые для подключения конечных устройств в сеть. Беспроводные сети Wi-Fi. Технологии ZigBee и ее особенности. Технология Bluetooth Low Energy и ее особенности. LPWAN - энергоэффективные сети дальнего радиуса действия.
55. Примеры собираемых и обрабатываемых данных в IoT-системах. Большие Данные (Big Data). Основные характеристики Больших Данных.
56. Средства и инструменты статической обработки данных. Средства и инструменты потоковой обработки данных. Средства и инструменты хранения данных.
57. Разнородность и семантика данных. Применение средств Семантического Веба для создания единой семантической модели в IoT-системах.
58. Применение средств Машинного Обучения для обработки данных в задачах автоматизации технологических процессов в АПК.
59. Модели данных. Реляционная модель данных. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Взаимосвязи между объектами и атрибутами.
60. Системы управления базами данных. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных. Стандарты на обмен данными между подсистемами АСУ. Проектирование баз данных.
61. Системы, основанные на знаниях. Искусственный интеллект (ИИ) в системах управления. Модели представления знаний. Сравнение способов представления знаний. Неполные, ненадежные, противоречивые знания. Приобретение и формализация знаний. Сбор знаний от экспертов.
62. Экспертные системы (ЭС). Архитектура. База знаний ЭС. Машина вывода ЭС. ЭС реального времени. Особенности реализации на ПЭВМ. Свойства и ограничения ЭС. Области применения ЭС. ЭС в системах управления, ЭС в системах диагностики. Построение регуляторов на базе ЭС.
63. Представление и использование нечетких знаний. Нечеткие множества и нечеткие выводы.
64. Операции над нечеткими множествами.
65. Лингвистические переменные, нечеткие динамические системы, нечеткие отношения как модели динамических систем.
66. Нечеткие регуляторы. Структуры и подходы к построению нечетких регуляторов. Фазификация. Построение функций принадлежности.
67. Алгоритмы вывода. Методы дефазификации. Анализ и синтез нечетких регуляторов.
68. Нечеткие системы ситуационного управления. Отношения на нечетких ситуациях. Подходы к построению ситуационных систем управления.
69. Обучаемые интеллектуальные управляющие системы. Понятие о нейронных сетях. Возможности их использования в системах управления. Ограничения.
70. Гибридные системы на базе нечетких систем и нейронных сетей.

Основная литература

1. Виноградов В. М., Черепашин А. А. Автоматизация технологических процессов и производств. Введение в специальность Издательство: Форум. Год: 2022. Серия: Высшее образование: Бакалавриат. ISBN: 978-5-00091-626-1.
2. Пустовая О. А., Пустовой Е. А. Информационно-измерительные системы и АСУ ТП Издательство: Инфра-Инженерия. Год: 2022. ISBN: 978-5-9729-0829-5.
3. Смирнов Ю. А. Издательство: Технические средства автоматизации и управления. Учебное пособие Лань. Год: 2021. Серия: Учебники для вузов. Специальная литература. ISBN: 978-5-8114-2376-7, 978-5-8114-5413-6, 978-5-8114-8290-0.
4. Страшун Ю. П. Автоматика. Технические средства автоматизации и управления на основе ИИТ/Иот. Издательство: Лань. Год: 2020. Серия: Учебники для вузов. Специальная литература. ISBN: 978-5-8114-5018-3.
- 5.
6. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. - М.: Форум, 2012. - 224 с.
7. Шишмарев, В.Ю. Автоматизация технологических процессов: Учебник / В.Ю. Шишмарев. - М.: Academia, 2018. - 320 с.

Дополнительная литература

1. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами - СПб.: Профессия, 2009.- 592 с.
2. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов. - 5-е изд., стер. / Б.Я Советов, С.А.Яковлев- М. : Высш. шк., 2007. - 343 с.
3. Советов, Б.Я. Представление знаний в информационных системах: учебник для вузов / Б.Я.Советов, В.В.Цехановский, В.Д.Чертовской - М.: Академия, 2011. - 143с. 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.
4. 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.
5. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций. / Д.В.Смолин - М.: Физматлит, 2007. - 259с.
6. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления / А.А. Первозванский - М.: Наука, 1986. — 616 с.
7. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования / В.А.Бесекерский, Е.П.Попов - М.: Наука, 1972. — 768 с.
8. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / Под ред. А.Воронова. М.: Высшая школа, 1986. — 367 с.
9. Рей, У. Методы управления технологическими процессами / У.Рей - М.: Мир,1983. -368с.

Составители:

к.т.н., доцент кафедры
прикладной информатики



Пчелинцева С.В.