

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ
Авдеев

А.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: Б1.Д.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Код и наименование научной специальности: 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Форма обучения: очная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	заведующий кафедрой	А.Г. Якунин
Согласовал	Зав. кафедрой «ИВТиИБ»	А.Г. Якунин
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Г. Якунин

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
знать	уметь	владеть
<ul style="list-style-type: none"> - основные термины, принципы и понятия в области автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами, научными исследованиями, а также в области других видов автоматизированных контрольно-измерительных и управляющих систем различного назначения (далее АСУ) и входящих в них устройств, аппаратов, приборов и комплексов; - структуру, назначение, основные свойства и принцип работы компонентной базы АСУ; - модели, методы и средства, используемые при разработке и проектировании АСУ; - основные методы исследований в области разработки и проектирования АСУ; - современные программно-аппаратные средства и новейшие достижения в области АСУ; - порядок решения ряд конкретных практических задач для ряда предметных областей, связанных с применением АСУ. 	<ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать модели управляемых технологических процессов; - применять принципы и законы управления и автоматического регулирования для повышения эффективности функционирования технологических устройств, аппаратов и производственных процессов; - применять современные программно-аппаратные средства и новейшие достижения в области АСУ при решении теоретических и прикладных задач в различных предметных областях; - проводить теоретические и экспериментальные исследования в области разработки и проектирования АСУ. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками применения АСУ при решении конкретных задач, в том числе связанных с их применением для автоматизации и управления технологическими процессами и производствами; - навыками разработки отдельных компонентов и подсистем АСУ, их программно-технического обеспечения; - навыками поиска актуальной информации в области разработки, применения и исследования АСУ.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	0	0	35	109	51

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 4

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	17	55	25

Практические занятия (17ч.)

1. Раздел 1. Методы и задачи теории управления (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.)[1,2,8,9,12,15] Тема 1.1. Основные понятия теории управления

-□Цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.

-□Классификация и структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы.

-□Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

-□Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара–Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости. Устойчивость линейных систем с обратной связью.

Тема 1.2. Методы синтеза обратной связи

-□Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

-□Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

-□Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазиразщепления.

-□Следящие системы. Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования. Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы. Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).

2. Раздел 1. Методы и задачи теории управления (продолжение) {работа в малых группах} (3ч.)[1,8,9,12,15] Тема 1.3. Абсолютная устойчивость и

управление в условиях неопределенности

- □ Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

- □ Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности. Аналитическое конструирование.

- □ Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.

Тема 1.4. Дискретные системы автоматического управления

- □ Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. Z-преобразование решетчатых функций и его свойства.

- □ Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.

- □ Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения. Теоремы об устойчивости: критерий Шора–Куна. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений.

Тема 1.5. Нелинейные системы автоматического управления

- □ Консервативные динамические системы. Элементы теории бифуркации.

- □ Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.

- □ Автоколебания нелинейных систем, отображение Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость. Теоремы об устойчивости предельных циклов: Андронова–Витта, Кенигса. Существование предельных циклов: теоремы Бендиксона, Дюлока. Дифференциаторы выхода динамической системы.

- □ Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи. Управление системами с последствием.

3. Раздел 1. Методы и задачи теории управления (продолжение) {работа в малых группах} (Зч.) [1,2,8,9,12,15] Тема 1.6. Оптимальные системы автоматического управления

- □ Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина.

- □ Применение динамического программирования для управления сингулярно-возмущенными системами. Minimax-стабилизация. Игровой подход к стабилизации. I1 -оптимизация управления. Вибрационная стабилизация.

Эвристические методы стабилизации: нейросети, нечёткие множества, интеллектуальное управление.

Тема 1.7. Элементы современной теории управления

-□Модальное управление как алгоритмическая основа формирования матриц состояния с желаемым алгебраическим спектром собственных чисел. Прямое модальное управление. Модальное управление средствами обратной связи в случае ранга матрицы управления равного или меньшего размерности вектора состояния. Модальное управление с использованием матричного уравнения Сильвестра, с использованием формулы Аккермана и средствами последовательного компенсатора. Проблема формирования модальной модели.

-□Апериодическая непрерывная система с матрицей состояния простой структуры в произвольном базисе. Конструирование матриц простой структуры с желаемыми спектрами собственных чисел и векторов средствами модального управления. Канонические формы матриц. Матрицы приведения подобия

-□Скаляризация векторных процессов с использованием векторных норм и сингулярного разложения матриц.

-□Колебательность апериодических систем с матрицей состояния простой и кратной структуры собственных чисел по норме вектора свободного движения.

4. Раздел 2. Методы и задачи теории принятия решений (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.)[7] Тема 2.1. Основы теории принятия решений

-□Классификация задач принятия решений и их постановка. Процесс решения проблем и этапы решения задач. Ситуационный анализ (анализ проблемной ситуации). Идентификация проблемы и постановка цели. Поиск необходимой информации. Формирование множества возможных решений.

-□Формирование критериев оценки решений. Разработка индикаторов и критериев для мониторинга реализации решений Проведение оценки решений. Выбор наилучшего решения, парадокс выбора. Планирование. Реализация. Мониторинг реализации. Оценка результата. Проблема эргодичности при решении задач принятия решений

Тема 2.2. Принятие решений в условиях неопределённости.

-□Выбор в условиях неопределённости. Разница между риском и неопределённостью. Виды неопределённости. Субъективные и объективные причины возникновения неопределённости. Статистические модели принятия решений. Альтернативы теории вероятностей. Формирование исходного множества альтернатив. Ошибки первого и второго рода.

-□Типы неопределённости: неполнота и недостаточность информации, недоопределённость, неадекватность.

-□Виды описаний неопределённости: стохастическое и статистическое, интервальное, описание с позиций нечётких множеств.

5. Раздел 2. Методы и задачи теории принятия решений (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.)[7] Тема 2.3.. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации

-□ Основы теории нечётких множеств. Основные определения и операции над нечёткими множествами. Нечёткое моделирование.

-□ Задачи математического программирования при нечётких исходных условиях. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечёткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений.

-□ Принятие решений при нечётком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

-□ Применение фаззификации и дефаззификации при решении задач принятия решений.

Тема 2.4 Моделирование принятия решений.

-□ Основные понятия моделирования. Назначение моделей в процессе принятия и реализации решений. Требования к моделям. Требования по глубине описания и по времени принятия решения. Свойства подобия и простоты моделей.

-□ Виды моделей: физические, графические, математические. Дескриптивные (описательные) и нормативные (аналитические, оптимизационные) модели: области применения и отличительные особенности. Моделирование проблемной ситуации объекта, стратегических альтернатив, последствий принимаемого решения.

-□ Составляющие модели: цель развития объекта управления, состояние внешней среды, функционирование объекта. Влияние факторов внешней среды на возможности моделирования.

-□ Создание, применение и проверка адекватности модели. Особенности верификации и валидации моделей при их применении в задачах принятия решений.

-□ Имитационное моделирование и его применение в задачах принятия решений.

6. Раздел 2. Методы и задачи теории принятия решений (продолжение) {работа в малых группах} (3ч.)[7] Тема 2.5. Многокритериальные задачи принятия решений

-□ Принятие решений при нескольких критериях. Роль человека в многокритериальных задачах принятия решений.

-□ Математическая формулировка задачи принятия решений при нескольких критериях. Оптимальность по Парето и Слейтеру. Понятия доминирования по Парето и Слейтеру.

-□ Бинарные отношения как язык описания предпочтений. Основные понятия теории бинарных отношений. Некоторые классы бинарных отношений и их свойства.

-□ Формулировка задачи многокритериальной оптимизации (МКО).

Оптимальность по Парето и Слейтеру в задачах МКО. Абсолютно оптимальное решение и идеальная точка.

-□ Основы теории многокритериальной оптимизации. Свойства оптимальных решений в задачах МКО. Достаточные условия существования множества Парето и выполнения свойства фон Неймана-Моргенштерна. Оптимальность по Джоффриону.

-□ Свёртки критериев в задачах МКО. Общая теория свёрток критериев. Линейная свёртка. Свёртка Гермейера. Свёртки на основе идеальной точки.

-□ Условия оптимальности и устойчивости в задачах МКО. Оптимальность в эффективно выпуклых и невыпуклых задачах МКО. Устойчивость паретовой и слейтеровой границ. Устойчивость множества достижимых критериальных векторов.

-□ Методы многокритериальной оптимизации. Классификация методов. Методы поиска решения без участия лица, принимающего решение (ЛПР). Методы, учитывающие предпочтения ЛПР при построении решающего правила. Функция полезности. Аддитивные функции полезности.

-□ Эвристические подходы к построению решающего правила. Общее представление об итеративных методах. Метод Джоффриона-Дайера-Файнберга. Структуризованные итеративные методы. Метод Штойера. Методы с целевыми точками. Метод STEM.

-□ Методы информирования ЛПР о паретовой границе в задачах МКО. Информирование ЛПР о паретовой границе в случае двух критериев. Эффективность визуализации в двухкритериальных задачах. Методы визуализации паретовой границы, аппроксимированной конечным числом точек. Метод параллельных отрезков.

-□ Методы поддержки выбора из малого числа альтернатив на основе парных сравнений. Методы анализа иерархий. Метод ELECTRE.

7. Раздел 3. Методы оптимизации и их применение в решении задач управления и принятия решений {работа в малых группах} (2ч.) [1,4,8] Тема 3.1. Общая постановка задач оптимизации и их разновидности.

-□ Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Примеры применения.

-□ Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического линейного программирования.

-□ Классификация оптимизационных задач. Одномерная и многомерная, условная и безусловная оптимизация. Одномерная и многомерная оптимизация. Задачи линейного программирования и их разновидности. Задачи и методы стохастической оптимизации, динамического, стохастического, дискретного и целочисленного программирования, транспортные задачи.

Тема 3.2. Численные стохастические методы решения оптимизационных задач

- □ Классификация численных методов безусловной и условной оптимизации, линейного программирования.
- □ Стохастические алгоритмы решения оптимизационных задач: их суть и классификация.
- □ Эволюционные алгоритмы: общая схема, операции мутации, скрещивания и отбора. Типовые генетические алгоритмы.
- □ Оптимизация роем частиц, муравьиная оптимизация и оптимизация пчелиным роем.
- □ Общее представление о других популяционных алгоритмах. Бактериальная оптимизация, оптимизация на основе искусственных иммунных систем. Алгоритмы гравитационного и электромагнитного поиска, эволюции разума, гармонического поиска. Самоорганизующийся миграционный алгоритм. Алгоритмы рассеянного поиска и прокладки путей.

Самостоятельная работа (55ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (45ч.) [1,2,4,7,8,9,12,15] Самостоятельная работа предполагает:

1. □ Углубленное изучение выносимого на практические занятия теоретического материала.
2. □ Оценку возможности применения полученных знаний на практике,
3. □ Оценку возможности применения современных новейших достижений в предметной области
4. □ Применение полученных знаний и опыта при решении конкретных практических задач

Задачами и объектами научных исследований могут быть следующие.

- □ Методология и научные основы построения АСУ
- □ Теоретические основы и методы моделирования (математического, имитационного и других видов) АСУ, их компонентов и подсистем, решаемых ими функциональных задач, а также самих объектов управления, контроля и регулирования.
- □ Программно-техническое, математическое, информационное и алгоритмическое обеспечение АСУ, включая алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач, построения входящих в АСУ экспертных и диалоговых подсистем.
- □ Методы анализа, синтеза, исследования и оптимизации модульных структур подсистем сбора и обработки данных в АСУ.
- □ Методы обеспечения контроля и диагностирования, надежности работы, достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения АСУ на всех этапах их разработки, внедрения и эксплуатации.

- Использование методов автоматизированного проектирования для повышения эффективности разработки и модернизации АСУ.
- Решение конкретных прикладных задач, связанных с разработкой и применением АСУ и повышением эффективности их функционирования.
- Исследование свойств и разработка новых принципов функционирования различных приборов и устройств, используемых в контрольно-измерительных и управляющих системах;
- Теоретические основы и прикладные методы анализа, повышения эффективности работы и оптимизации структуры, устройства и функционирования АСУ в целом и входящих в них компонентов и подсистем на всех этапах их разработки, внедрения и эксплуатации.

В процессе овладения научно-предметной областью знаний нужно научиться профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций

2. Подготовка к зачету {тренинг} (10ч.) [1,2,3,4,7,8,9] Повторение и закрепление пройденного учебного материала, а также подготовка презентации и научной статьи по теме изученного материала и связанных с ним результатов научных исследований

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	18	54	26

Практические занятия (18ч.)

1. Раздел 4. Методы и алгоритмы обработки данных в автоматизированных системах {работа в малых группах} (3ч.) [3,5,6,8,9,10,11,13] Тема 4.1. Вероятностно-статистические модели, методы и технологии обработки данных

- Применение статистических методов и статистических моделей в системах управления. Алгоритмы проведения корреляционного, регрессионного, факторного, дисперсионного и спектрального анализов по выборочным данным. Основы теории оценивания. Основные понятия и методы проверки параметрических и непараметрических, простых и сложных гипотез.

- Задачи, решаемые путём статистической обработки многократных отсчётов. Проверка статистических гипотез. Критерии согласия. Исследование эффективности критериев оценки вида закона распределения случайной величины.

- □ Хаотические модели. Детерминированный хаос. Хаотическая динамика. Понятие аттрактора и точки бифуркации. Волновые процессы динамических систем. Колебания в нелинейных системах. Элементы теории катастроф. Генератор хаоса и его применение в АСУ.

- □ Фрактальные модели. Понятие моделей дробной размерности, фрактальной размерности. Меры размерности многообразия и пространства: Безиковича, Хаусдорфа, информационные, корреляционные, Ляпунова. Алгоритм вычисления фрактальной размерности. Использование фрактальной размерности в информационно-измерительных и управляющих системах. Тема 4.2. Статистическая теория информационно-измерительных и управляющих систем.

- □ Анализ прохождения квазидетерминированных и случайных сигналов через линейные цепи. Передаточная функция. Применение ортогональных интегральных преобразований для синтеза и анализа систем обработки сигналов. Оптимальная и адаптивная фильтрация. Связь цифровых и аналоговых фильтров.

- □ Измерения в условиях помех. Метод максимального правдоподобия. Байесовский подход. Минимаксный критерий.

2. Раздел 4. Методы и алгоритмы обработки данных в автоматизированных системах (продолжение) {работа в малых группах} (Зч.) [1,3,5,6,8,9,10,11] Тема 4.3. Основные средства, методы и алгоритмы обработки данных с применением информационных технологий

- □ Методы и алгоритмы вычислительной и дискретной математики. Общие понятия.

- □ Системы и методы искусственного интеллекта (ИИ) и их применение. Классификация методов и средств ИИ: искусственные нейронные сети, нечеткая логика (нечеткие множества и мягкие вычисления), системы, основанные на знаниях (экспертные системы), эволюционное моделирование (генетические алгоритмы, многоагентные системы), Machine Learning (Data Mining и анализ данных, поиск закономерностей в хранилищах данных).

- □ Методы вычислительного эксперимента и имитационного моделирования.

- □ Методы вычислительной математики. Классификация. Алгоритмы быстрых преобразований. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Алгоритмы для вычисления значений специальных функций.

- □ Алгоритмы и методы сжатия и кодирования данных при их передаче и хранении. Алгоритмы сжатия данных с потерями и без потерь: разновидности, принцип работы, сравнительная характеристика и области применения.

- □ Методы передачи данных и контроля их целостности. Передача с квитированием. Методы кодирования с обнаружением и исправлением ошибок передачи данных. Симплексная, полудуплексная и дуплексная связь.

- □ Криптографические алгоритмы: общий принцип работы и применение при

передаче данных.

-□ Системы распознавания образов. Постановка задачи распознавания. Алгоритмы распознавания на основе методов опорных векторов, ближайшего соседа и нейросетевых методов.

-□ Системы обработки изображений. Разновидности, типовые алгоритмы и области применения.

-□ Экспертные системы и системы поддержки принятия решений. Формирование и описание правил для базы знаний.

-□ Особенности обработки информации и организации управления в SCADA, IoT и IIoT – системах и системах автономных роботов.

-□ Суперкомпьютеры и вычислительные кластеры и их применение для обработки информации в области Big Data (больших данных) и Data Mining.

3. Раздел 5. Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем {работа в малых группах} (2ч.) [8,9,10,11] Тема 5.1. Средства вычислительной техники

-□ Архитектура современных компьютеров. Организации памяти и архитектуры процессоров современных вычислительных машин. Многопроцессорные и многомашинные комплексы и их разновидности. Вычислительные кластеры и их разновидности. Машины, обеспечивающие выполнение вычислений, управляемых потоком данных.

-□ Микропроцессоры, микроконтроллеры, программируемые логические интегральные схемы, системы на кристалле, специализированные процессоры и микросхемы: принцип работы, архитектура, основные характеристики и параметры, области применения в АСУ.

-□ Вычислительные компьютерные сети (ВКС): топология физических связей, типы (по масштабу, по назначению). Назначение, архитектура и принципы построения ВКС. Локальные и глобальные ВКС, технические и программные средства объединения различных сетей. Виртуальные компьютерные сети. Методы и средства передачи данных в ВКС, протоколы передачи данных. Сеть Internet, доменная организация, семейство протоколов TCP/IP

4. Раздел 5. Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.) [8,9,10,11] Тема 5.1. Средства вычислительной техники (продолжение)

-□ Сетевое оборудование и средства коммутации. Коммутация каналов и пакетов. Разновидности, назначение, принцип работы, основные характеристики и параметры сетевых интерфейсных адаптеров, коннекторов, трансиверов, хабов, коммутаторов, повторителей, маршрутизаторов (роутеров), сетевых мостов и модемов, аппаратных средств защиты информации (межсетевые экраны, токен, модули доверенной загрузки). Аппаратные комплексы для защищенного информационного обмена данными в вычислительных сетях. Роль вычислительных сетей в распределенной обработке информации.

- □Технические средства хранения информации: принципы функционирования, разновидности, сравнительные характеристики и предпочтительные области применения устройств хранения информации. Интегральные микросхемы запоминающих устройств (ОЗУ, СОЗУ, ПЗУ, ППЗУ) и системы хранения данных (СХД) DAS, NAS и SAN): принцип работы, архитектура, организация обмена и используемые протоколы перечисленных типов. Сравнительная оценка характеристик СХД и области их применения. RAID – массивы: разновидности, назначение и сравнительная характеристика.

- □Интерфейсы и протоколы обмена данными в АСУ и средствах вычислительной техники. Классификация и основные характеристики интерфейсов. Системные (внутримашинные) интерфейсы микроконтроллеров и персональных компьютеров. Системные шины и их разновидности. Приборные интерфейсы, интерфейсы устройств ввода-вывода и сетевые интерфейсы: назначение, принципы обмена данными и основные параметры, конструктивное исполнение, сравнительная характеристика, области применения. Последовательные интерфейсы USB, RS232, ИРПС, I2C, USB, RS422, RS485, microLAN и их применение в АСУ. Программные интерфейсы и протоколы обмена данными: их разновидности, назначение и области применения.

4. Раздел 5. Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.) [9,10,11,12,15] Тема 5.2. Первичные измерительные преобразователи.

- □Датчики. Назначение, основные типы датчиков и физические принципы их работы. Методы математического описания чувствительности и точности средств преобразования. Основы теории погрешности и чувствительности преобразователей. Понятие об информационной теории измерительных устройств.

- □Датчики механических величин (линейных и угловых перемещений, скорости, ускорений, давлений и напряжений). Тензочувствительные элементы, интегральные тензопреобразователи. Средства измерения температуры, напряженности магнитного поля: термоэлектрические преобразователи, терморезисторы, термодпары, датчики Холла, магниторезисторы, магнитотранзисторы, магнитные варикапы, магниточувствительные интегральные схемы.

- □Датчики потока, расхода и скоростей перемещения подвижных объектов, газообразных и жидких сред. Мехатронные датчики потока и расхода.

- □Устройства приема оптического излучения (инфракрасного, видимого, ультрафиолетового диапазонов). Интерферометрические, дифракционные и волоконно-оптические датчики. Акустооптические преобразователи и спектроанализаторы.

- □Преобразователи изображений и аудиосигналов: классификация, принцип работы и основные параметры и характеристики. Сканеры, фотосчитыватели, видеокамеры. Многоэлементные фотоприемники, матрицы и линейки на приборах с зарядовой связью. Ультразвуковые датчики.

Пьезорезонансные датчики.

- □ Датчики и устройства для определения химического состава и других ранее не рассмотренных свойств твёрдых тел, жидкостей и газов.

6. Раздел 5. Программно-техническое обеспечение автоматизированных систем (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.) [1,3,4,5,6,9,11,12,13,14,15]

Тема 5.3. Устройства обработки информации и их сопряжения со средствами вычислительной техники

- □ Средства аналоговой обработки данных: усилители, фильтры, элементы линейно-импульсной техники, модемы и детекторы, электронные ключи, компараторы и коммутаторы аналоговых сигналов.

- □ Средства цифровой обработки данных: фильтры, компараторы и коммутаторы.

- □ Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

- □ Устройства ввода и вывода аналоговых, дискретных и импульсных сигналов. Устройства гальванической развязки. Преобразователи интерфейсов.

Тема 5.4. Исполнительные устройства (ИУ) и устройства выработки управляющих воздействий

- □ Типовые структуры, состав и характеристики ИУ. Исполнительные механизмы и регулирующие органы на базе электропривода постоянного тока, асинхронного электропривода и шаговых двигателей.

- □ Информационные электрические микромашины автоматических устройств. Тахогенераторы, сельсины, вращающиеся трансформаторы.

- □ Интеллектуальные ИУ и системы позиционирования. Интеллектуальные мехатронные ИУ.

- □ Технологические излучатели акустических волн и электромагнитного излучения в видимом, инфракрасном и радиодиапазоне.

- □ Нагреватели и охладители: их разновидности, области применения в АСУ. Средства управления термонагревателями и охладителями.

Тема 5.5. Средства отображения информации и человеко-машинного интерфейса

- □ Типовые средства отображения и документирования информации. Видеотерминальные средства, мнемосхемы, индикаторы, принтеры и плоттеры.

- □ Устройства связи с оператором (пользователем). Принципы построения, классификация и технические характеристики. Операторские панели и станции. Сенсорные кнопки, панели и экраны. Средства звуковой и оптической сигнализации.

Тема 5.6. Программное обеспечение (ПО) АСУ

- □ Общее программное обеспечение автоматизированных систем. Виды и компоненты системного и прикладного ПО. Программы-утилиты. Языки программирования, среды и технологии разработки ПО. Системы управления базами данных и их применение в АСУ.

-□ Специализированное ПО. SCADA – системы: структура, назначение, параметры. Разновидности SCADA – систем и их сравнительная характеристика.

7. Раздел 6 . Методы и средства проектирования, исследования и совершенствования АСУ и их компонентов {работа в малых группах} (2ч.) [1,4,9,11,12,15] Тема 6.1. Техничко-экономические и эксплуатационные характеристики АСУ и пути их совершенствования

-□ Классификация характеристик АСУ и их основные классификационные признаки.

-□ Характеристики и параметры АСУ, их подсистем и компонентов. Показатели эффективности функционирования АСУ.

-□ Классификация технических решений, направленных на повышение эффективности функционирования АСУ, их подсистем и компонентов.

-□ Организация эффективной обработки данных и выработки управляющих воздействий в АСУ.

-□ Повышение эффективности работы АСУ за счёт параллельной и распределенной обработки информации. Алгоритмы параллельной обработки. Модели для расчёта показателей осуществимости параллельного решения задач в основных режимах функционирования средств вычислительной техники. Закон Амдала.

Тема 6.2. Обеспечение надёжности функционирования АСУ и их компонентов

-□ Общие представления о теории надёжности. Устойчивость элементов и устройств к внешним воздействиям. Характеристики климатических воздействий. Механическая прочность.

-□ Надёжность элементов и устройств, её количественные характеристики. Внезапные и постепенные отказы. Нарботка на отказ, Интенсивность отказов. Сбой. Ремонтпригодность. Вероятность безотказной работы. Средние времена профилактики и восстановления работоспособности.

-□ Влияние электрических и тепловых режимов элементов на их надёжность. Методы повышения надёжности. Ускоренные методы испытаний на надёжность.

-□ Расчёт разброса параметров устройств. Детерминированные методы расчёта. Варианты расчёта на наихудший случай. Численные вероятностные расчёты. Методы интервального анализа.

-□ Показатели и критерии надёжности АСУ. Понятие функциональной надёжности.

-□ Показатели, критерии и виды контроля работы и диагностики функционирования АСУ.

-□ Модели и методы расчёта надёжности АСУ и их компонентов: виды моделей и методов расчёта, требования к моделям.

-□ Последовательность выполнения расчёта надёжности, сложность анализа сетевой надёжности, границы сетевой надёжности.

- □ Методы повышения надежности функционирования АСУ. Резервирование. Применение отказоустойчивых и катастрофоустойчивых решений.

8. Раздел 6 . Методы и средства проектирования, исследования и совершенствования АСУ и их компонентов (продолжение) {работа в малых группах} (2ч.) [1,4,9,11,12,15] Тема 6.3. Методы анализа, синтеза и экспериментального исследования функционирования АСУ и их компонентов

- □ Тестовые оценочные программы и их применение.

- □ Программы – симуляторы и их применение для моделирования работы различных компонентов и подсистем АСУ.

- □ Валидация и верификация используемых в АСУ алгоритмических решений. Тестирование подсистем и компонентов АСУ, их поверка и метрологическая аттестация. Разработка методики поверки.

- □ Методы планирования и обработки экспериментальных данных при проведении исследований.

Тема 6.4. Автоматизация проектирования СВТ и ВС

- □ Системы автоматизации проектирования цифровых и аналоговых устройств. Типы систем автоматизации.

- □ Методы расчёта основных компонентов АСУ. Моделирование функциональное и временное.

- □ Применение программ для выполнения математических расчетов и моделирования (MathCAD, MatLab, SciLab, Labview и др) и их специализированных модулей (Simulink, Toolbox и др.) при разработке, проектировании и исследовании работы АСУ, её подсистем и компонентов.

- □ Программное обеспечение (ПО) для автоматизированного проектирования АСУ: САЕ, САМ и САД системы.

- □ Симуляторы и другое специализированное ПО для автоматизации проектирования входящих в АСУ подсистем и компонентов. Среды разработки ПО для микроконтроллерных устройств. Системы автоматизированного проектирования печатных плат. Автоматизированное проектирование вычислительных сетей.

Самостоятельная работа (54ч.)

1. Подготовка к практическим занятиям {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (27ч.) [1,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15] Самостоятельная работа предполагает:

1. Углубленное изучение выносимого на практические занятия теоретического материала.

2. Оценку возможности применения полученных знаний на практике,

3. Оценку возможности применения современных новейших достижений в предметной области

4. Применение полученных знаний и опыта при решении конкретных практических задач

Задачами и объектами научных исследований могут быть следующие.

- Методология и научные основы построения АСУ
- Теоретические основы и методы моделирования (математического, имитационного и других видов) АСУ, их компонентов и подсистем, решаемых ими функциональных задач, а также самих объектов управления, контроля и регулирования.
- Программно-техническое, математическое, информационное и алгоритмическое обеспечение АСУ, включая алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач, построения входящих в АСУ экспертных и диалоговых подсистем.
- Методы анализа, синтеза, исследования и оптимизации модульных структур подсистем сбора и обработки данных в АСУ. - Методы обеспечения контроля и диагностирования, надежности работы, достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения АСУ на всех этапах их разработки, внедрения и эксплуатации.
- Использование методов автоматизированного проектирования для повышения эффективности разработки и модернизации АСУ. - Решение конкретных прикладных задач, связанных с разработкой и применением АСУ и повышением эффективности их функционирования.
- Исследование свойств и разработка новых принципов функционирования различных приборов и устройств, используемых в контрольно-измерительных и управляющих системах;
- Теоретические основы и прикладные методы анализа, повышения эффективности работы и оптимизации структуры, устройства и функционирования АСУ в целом и входящих в них компонентов и подсистем на всех этапах их разработки, внедрения и эксплуатации. В процессе овладения научно-предметной областью знаний нужно научиться профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций

2. Подготовка к экзамену {тренинг} (27ч.)[1,3,5,6,7,8,9,10,11] Повторение и закрепление пройденного учебного материала, а также подготовка презентации и научной статьи по теме изученного материала и связанных с ним результатов научных исследований

4. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Суркова, Л. Е. Моделирование систем автоматизации и управления

технологическими процессами : практикум / Л. Е. Суркова, Н. В. Мокрова. – Саратов : Вузовское образование, 2019. – 46 с. – ISBN 978-5-4487-0496-3. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/82692.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Перечень учебной литературы

5.1. Основная литература

2. Теория автоматического управления : учебник / Е. Э. Страшинин, А. Д. Заколяпин, С. П. Трофимов, А. А. Юрлова ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 459 с. : ил., табл. – (Учебник УрФУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697659> (дата обращения: 16.01.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2788-1. – Текст : электронный.

3. Санников, В. Г. Теория информации и кодирования : учебное пособие / В. Г. Санников. – Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2015. – 95 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/61558.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 178 с. – ISBN 978-5-4497-1383-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/116448.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – DOI: <https://doi.org/10.23682/116448>

5. Павлов, С. Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 1 : учебное пособие / С. Н. Павлов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. – 176 с. – ISBN 978-5-4332-0013-5. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/13974.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Павлов, С. Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 2 : учебное пособие / С. Н. Павлов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. – 194 с. – ISBN 978-5-4332-0014-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/13975.html> (дата обращения: 15.01.2023). –

Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Граецкая, О. В. Математические и инструментальные методы принятия решений : учебное пособие / О. В. Граецкая, Ю. С. Чусова, Н. С. Ксенз. – Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. – 146 с. – ISBN 978-5-9275-3399-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/107951.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

5.2. Дополнительная литература

8. Волков, М. А. Управление техническими и технологическими системами : учебное пособие / М. А. Волков, А. Ю. Постыляков, Д. В. Исаков ; под редакцией С. И. Паршакова. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 252 с. – ISBN 978-5-9729-0787-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/123902.html> (дата обращения: 19.09.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Шельпяков, А. Н. Автоматизированное управление технологическими системами и процессами : учебное пособие / А. Н. Шельпяков. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 160 с. – ISBN 978-5-9729-1094-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/123995.html> (дата обращения: 28.09.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователе

10. Жежера, Н. И. Микропроцессорные системы автоматизации технологических процессов : учебное пособие / Н. И. Жежера. – 2-е изд. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 240 с. – ISBN 978-5-9729-0517-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98426.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Молдабаева, М. Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / М. Н. Молдабаева. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 224 с. – ISBN 978-5-9729-0330-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86574.html> (дата обращения: 15.01.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

12. Центр Инженерных Технологий и Моделирования Экспонента. – URL: <https://exponenta.ru/>

13. Официальный сайт производителя программ реального времени для управления производством ООО Адастра Рисерч Груп-
<http://www.adastra.ru/products/rukovod/>

14. Руководство пользователя SCADA TRACE MODE 6.07.7 и ссылка на

скачивание бесплатной базовой версии (на официальном сайте ООО АдАстра Рисерч Груп) - <http://www.adastra.ru/products/rukovod/>

15. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук. Институт системного анализа- URL: <http://www.isa.ru/>

7. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине федеральным государственным требованиям (ФГТ), которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет аспиранта.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Atmel Studio
2	Chrome
3	Foxit Reader
4	LibreOffice
5	Scilab
6	Антивирус Kaspersky
7	Windows
8	Microsoft Office
9	7-Zip

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	IEEE Xplore - Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций. Бессрочно без подписки (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)
2	Springer - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам журналов и книг (https://www.springer.com/gp https://link.springer.com/)
3	Wiley - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам журналов и книг. Содержит большой раздел Computer Science & Information Technology, содержащий pdf-файлы с полными текстами

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
	журналов и книг издательства. Фиксируется пользователь информации на уровне вуза (Access by Polzunov Altai State Technical University) (https://www.wiley.com/en-ru https://www.onlinelibrary.wiley.com/)
4	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».