



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



**АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
профессиональной переподготовки
«Автоматизированные системы управления тепловыми процессами в энергетике
и промышленности»,**

Раздел(предмет) *Теория автоматического управления*

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Введение. Основные понятия управления, термины и определения</i>	Основные понятия управления. Объекты управления, их классификация. Биологические, социальные, экономические и технические системы, как объекты управления. Особенности технических систем управления. Понятие декомпозиции системы и задач управления. Декомпозиция контроллера на регулятор и командный блок, понятия регулирования и управления. Автоматические и автоматизированные системы управления. Понятия автоматический и автоматизированный.	<i>Нет</i>	72
<i>Дифференциальные уравнения и динамические характеристики</i>	Динамические системы и их виды. Линейные и нелинейные системы. Понятие модели системы. Линеаризация. Математические модели физических систем.	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>линейных систем</i>	<p>Дифференциальные уравнения линейных динамических систем. Преобразование Лапласа. Решение дифференциальных уравнений линейных динамических систем с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция. Принцип суперпозиции. Временные динамические характеристики линейных динамических систем, их взаимосвязь. Виды тестовых сигналов. Преобразование Фурье. Частотные динамические характеристики линейных динамических систем. Дискретные модели непрерывных систем. Разностные уравнения.</p>		
<i>Структурные схемы систем управления. Элементарные звенья и их соединения</i>	<p>Структурные схемы систем управления. Виды структурных схем. Звенья. Принципы выделения звеньев. Определение элементарного звена, виды элементарных звеньев. Пропорциональное (статическое, безынерционное звено). Интегрирующее звено. Инерционное звено первого порядка (апериодическое звено). Идеальное и реальное дифференцирующее звено. Интегрирующее звено. Звено запаздывания. Инерционное звено второго порядка. Колебательное звено. Последовательное соединение звеньев.</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	Параллельное соединение звеньев. Встречно-параллельное соединение звеньев (обратная связь).		
<i>Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем управления</i>	<p>Устойчивость линейных динамических систем, общие положения. Устойчивая, неустойчивая и нейтральная системы. Связь устойчивости и корней характеристического уравнения. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Критерии Рауса-Гурвица, Льенара-Шипара, Михайлова, Найквиста. Д-разбиение в плоскости варьируемых параметров. Диаграмма Вышнеградского. Понятие запаса устойчивости. Численные показатели запаса устойчивости: степень затухания, корневой и частотный показатели колебательности. Запас устойчивости по фазе и модулю. Понятие грубости и робастности систем управления. Чувствительность систем управления. Функция чувствительности.</p>	<i>Нет</i>	
<i>Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных</i>	<p>Прямые показатели качества регулирования: динамическое и статическое отклонение, время регулирования, перерегулирование. Интегральные показатели качества. Линейный, квадратичный и модульный показатели качества.</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Принцип накопления возмущений Булгакова. Границы области устойчивости и области заданного запаса устойчивости в плоскости Ки-Кп (АСР с ПИ-регулятором). Расчет систем автоматического управления с П, И и ПИ-алгоритмами регулирования на минимум линейный интегральный показатель при ограничении на корневой показатель колебательности. Расчет систем автоматического управления с П, И и ПИ-алгоритмами регулирования на минимум линейный интегральный показатель при ограничении на частотный показатель колебательности. Общие положения. М-окружность.</p> <p>Расчет системы автоматического управления с ПИ-алгоритмом регулирования на минимум линейный интегральный показатель при ограничении на частотный показатель колебательности по вспомогательной функции.</p> <p>Расчет системы регулирования с ПИД-алгоритмом регулирования на минимум линейный интегральный показатель при ограничении на корневой показатель колебательности. Расчет системы регулирования с ПИД-алгоритмом регулирования на минимум линейный интегральный показатель при ограничении</p>		

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	на частотный показатель колебательности. Расчет системы регулирования с реальным ПИД-алгоритмом регулирования на минимум линейный интегральный показатель.		
<p><i>Расчет систем автоматического управления из условия минимизации и среднеквадратического отклонения управляемых переменных</i></p>	<p>Случайные события, величины и процессы. Виды случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Характеристики случайных процессов: математическое ожидание, дисперсия, СКО, автокорреляционная функция, взаимная корреляционная функция. Спектральные характеристики случайных процессов. Понятие спектральной плотности. Автоспектральная плотность и взаимная спектральная плотность. Преобразование случайных сигналов линейными динамическими системами. Расчет характеристик процесса на выходе системы по свойствам системы и характеристикам процесса на входе. Расчет оптимальных параметров настройки АСР по критерию минимума среднеквадратической ошибки управления. Связь полученных параметров настройки с параметрами, рассчитанными на минимум линейный интегральный показатель. Особенности оценки корреляционных функций входных</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>воздействий для технологически работоспособных систем управления. Расчет оптимальный параметров регуляторов в системах высокой технологической работоспособности.</p> <p>Оптимальный и субоптимальный алгоритмы. Формальное обоснование применимости ПИД-регуляторов.</p>		
<p><i>Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматического управления</i></p>	<p>Повышение качества переходных процессов за счет усложнения алгоритма регулирования. Повышение качества переходный процессов за счет усложнения информационной структуры системы управления.</p> <p>Системы регулирования с исчезающим в статике сигналом из промежуточной точки (АСР с регулятором и дифференциатором).</p> <p>Структура и общие сведения. Исчезающий в статике сигнал. Введение дифференциатора. Расчет параметров настройки АСР с регулятором и дифференциатором.</p> <p>Частотная развязка.</p> <p>Каскадные системы регулирования, структура и общие сведения. Алгоритмы регулирования, применяемые в каскадных АСР. Расчет параметров настройки каскадных АСР.</p> <p>Обеспечение частотной развязки. Комбинированные системы регулирования.</p> <p>Структура и общие</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>сведения. Условие абсолютной инвариантности. Идеальный и реальный компенсаторы. Многомерные объекты. Многомерные звенья. Математическое описание многомерных объектов и систем, матричные передаточные функции. Системы несвязанного регулирования. Расчет параметров настройки АСР несвязанного регулирования. Системы связанного регулирования. Условия автономности и их реализация.</p>		
<p><i>Системы управления с цифровыми контроллерами</i></p>	<p>Аналоговые и дискретные динамические системы. Импульсные и цифровые динамические системы. Цифровые контроллеры и преобразование их математического описания к расчетному виду. Структура цифрового контроллера. ЦВУ, ЦАП и АЦП и их модели. Разностные уравнения дискретных систем. Разностные уравнения типовых алгоритмов регулирования. Решетчатая функция. Модулирующая функция. Последовательность модулированных дельта-импульсов. Преобразование АСР с цифровым контроллером к расчетному виду. Дискретный объект. Способы описания дельта-импульсных последовательностей. Дискретное преобразование Лапласа и z-преобразование.</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Модифицированное z-преобразование. Спектры модулированных дельта-импульсных последовательностей. Передаточные функции и динамические характеристики дискретных систем. Получение передаточной функции дискретной системы. Частотные характеристики дискретных систем. Дискретные системы с непрерывной частью. Получение передаточной функции дискретного объекта с непрерывной частью. Устойчивость систем с цифровыми регуляторами. Необходимое и достаточное условие устойчивости для данного случая. Критерии Рауса-Гурвица, Михайлова и Найквиста для систем с цифровыми регуляторами. Запас устойчивости систем с цифровыми регуляторами. Показатели точности систем управления с цифровыми регуляторами. Прямые показатели точности систем управления с цифровыми регуляторами. Интегральные показатели точности систем управления с цифровыми регуляторами. Расчет оптимальных параметров настройки цифровых регуляторов. Расчет оптимальных параметров настройки цифровых регуляторов при произвольном интервале квантования. Теорема</p>		

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Котельникова-Шеннона. Расчет оптимальных параметров настройки цифровых регуляторов, если выполняется теорема Котельникова-Шеннона.</p>		
<p><i>Некоторые нелинейные задачи автоматического управления</i></p>	<p>Нелинейные системы, определение, общее описание. Особенности нелинейных систем. Причины возникновения нелинейных свойств. Задача анализа и синтеза нелинейных систем. Устойчивость нелинейных систем, определение, общие положения. Устойчивость состояния равновесия и устойчивость движения по А.М. Ляпунову. Критерии устойчивости нелинейных систем. Автоколебания, общие положения. АСР с позиционными алгоритмами регулирования. Метод гармонического баланса Гольдфарба. Методы исследования нелинейных систем. Точные методы исследования нелинейных систем (метод фазовой плоскости). Приближенные методы исследования нелинейных систем (методы статистической и гармонической линеаризации).</p>	<p><i>Нет</i></p>	
<p><i>Некоторые современные проблемы и направления развития теории автоматического управления</i></p>	<p>Современная теория управления, общие положения. Адаптация и автоматическая настройка. Некоторые новые технологии в области теории автоматического управления, элементы искусственного интеллекта.</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Адаптация в системах управления. Применение методов адаптации при синтезе систем управления и в процессе их эксплуатации. Получение моделей объектов управления. Активная и пассивная идентификация объектов управления. Адаптация по переходной характеристике системы. Настраиваемая модель. Адаптация по частотным характеристикам системы. Нечеткие системы регулирования. Нечеткие регуляторы. Нечеткие множества и нечеткая логика. Нечеткие регуляторы. База правил. АСР с нечетким регулятором, структура и основные принципы работы. Системы управления на базе искусственных нейронных сетей. Естественные и искусственные нейронные сети. Модель искусственного нейрона. Синаптические веса, передаточная функция нейрона. Нейронные сети. Топологии и виды нейронных сетей. Обучение нейронных сетей. Нейроконтроллеры.</p>		

Раздел(предмет) *Метрология и теплотехнические измерения*

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Введение. Метрология. Измерения, основные</i>	Метрология. Измерения, основные понятия и определения. Способы обеспечения единства	<i>Нет</i>	48

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>понятия и определения. Способы обеспечения единства измерений</i>	измерений. Физическая величина. Прямые, косвенные, совокупные, совместные измерения. Эталоны и рабочие средства измерений. Классификация средств измерения по их технической структуре: измерительные приборы и преобразователи, измерительные комплекты, измерительные системы и измерительные каналы.		
<i>Элементы теории погрешностей</i>	Элементы теории погрешностей. Количественная оценка погрешностей. Разновидности погрешностей: систематические и случайные, аддитивные и мультипликативные. Метрологические характеристики средств измерения. Оценка погрешностей при прямых и косвенных технических.	<i>Нет</i>	
<i>Термопреобразователи сопротивления</i>	Общие сведения о методах измерения температуры. Температурные шкалы. Контактные СИ температуры: стеклянные и манометрические термометры. Термопреобразователи сопротивления (ТПС), градуировочные характеристики, конструктивное исполнение. Вторичные приборы для измерения температуры, назначение и принцип действия. Способы установки СИ Термопары (ТП). Элементы теории термопар, введение	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>поправки на температуру свободных концов, удлиняющие провода, стандартные градуировочные характеристики, конструктивное исполнение. Аналоговые и цифровые вторичные приборы типа КС, РМТ, Технограф. Способы установки СИ, влияющие факторы, расчет погрешностей.</p>		
<p><i>Общие сведения об измерении давления, разности давлений, измерение уровня</i></p>	<p>Общие сведения об измерении давления и разности давлений. Жидкостные и деформационные манометры и дифманометры, грузопоршневые манометры. Электрические преобразователи давления и разности давлений типа «Метран», «Элемер» с тензопреобразователями. Методики измерения давления различных сред. Методы и средства измерения уровня. Измерение уровня в барабане котла.</p>	<p><i>Нет</i></p>	
<p><i>Общие сведения об измерении расхода и теплоты</i></p>	<p>Общие сведения об измерении расхода и количества вещества. Измерение расхода по перепаду давления на сужающем устройстве (СУ). Расходомеры постоянного перепада. Электромагнитные расходомеры. Теплосчетчики для открытых и закрытых систем теплоснабжения. Расчет погрешностей</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	измерения расхода и уровня.		
<i>Измерение состава и свойств веществ</i>	Методы анализа жидкостей. Кондуктометрический метод анализа растворов. Электродные и безэлектродные кондуктометры. Потенциометрический метод анализа растворов. Рабочие и вспомогательные электроды рН-метров, измерительные преобразователи.	<i>Нет</i>	

Раздел(предмет) **Информационное обеспечение систем управления**

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Понятие о языке SQL</i>	Концепция базы данных и основные понятия теории баз данных. Системы управления базами данных, примеры СУБД, история развития СУБД. Классификация СУБД. Функции и состав СУБД. Основы проектирования баз данных. Жизненный цикл системы управления базами данных, уровни моделирования, шаги проектирования базы данных. Правила нормализации отношений. Понятия OLTP- и OLAP-систем. Проектирование концептуальной схемы базы данных (Инфологическое проектирование базы данных). Семантическое моделирование данных. Основные понятия модели Entity-Relationship. Сложные элементы ER-диаграмм,	<i>Нет</i>	48

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>получение реляционной схемы из ER-схемы. Пример разработки ER-диаграммы. Проектирование внутренней схемы базы данных.</p> <p>Отображение инфологической модели предметной области в даталогической среде.</p> <p>Пример разработки внутренней схемы базы данных.</p>		
<i>Хранилище данных. Базы знаний</i>	<p>Понятие о языке SQL (Structured Query Language - язык структурированных запросов). Операторы SQL. Операторы определения данных, манипулирования данными. Агрегатирование данных. Группировка, сортировка, подзапросы. Операторы введения ограничений целостности. Создание схем, индексов, привилегий.</p>	<i>Нет</i>	
<i>Автоматизация бизнес-процессов</i>	<p>Автоматизация бизнес-процессов, история развития систем для автоматизация бизнес-процессов. Понятия об ERP-, MRP(II)- системах, их основные модули и функциональность. Мультибазы и федеративные базы данных. Сетевые базы данных. СУБД с отказом от первой нормальной формы. Постреляционные СУБД: темпоральные, объектно-ориентированные.</p>	<i>Нет</i>	
<i>СУБД, основы проектирования баз данных</i>	<p>Понятие хранилища данных, основные требования к нему, отличия от баз данных. Системы бизнес-аналитики на основе хранилищ данных, Data</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Mining, требования к OLAP-системам. Основные понятия баз знаний. Системы поддержки принятия решений. Структуры статической и динамической экспертных систем, их основные элементы. Режимы работы экспертной системы. Проектирование баз знаний. Разработка экспертной системы. Условия возможности и целесообразности разработки. Этапы разработки. Знания, необходимые для функционирования экспертной системы.</p>		

Раздел(предмет) **Проектирование и эксплуатация автоматических систем**

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Основные сведения о системах управления</i>	<p>Основные понятия и определения. Ручное, механизированное, автоматизированное и автоматическое управление. Классификация систем управления. Принципы управления. Состав и структура автоматизированных систем. Функциональное назначение и виды обеспечения АСУ ТП. Виды описания (структуры) АСУ ТП. Функциональная структура АСУ ТП. Информационные и управляющие функции. Показатели качества функций. Иерархия</p>	<i>Нет</i>	48

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>современного промышленного производства.</p> <p>Централизованные и распределенные структуры АСУ ТП и их сравнительный анализ.</p>		
<p><i>Общие вопросы проектирования АСУ ТП</i></p>	<p>Этапы жизненного цикла систем. Определение проектирования и особенности этапа проектирования. Способы проектирования. Типовая схема отдельного этапа проектирования. Три уровня качества технических решений. Организация проектирования.</p> <p>Нормативная документация по проектированию АСУ ТП. Принципы создания АСУ ТП. Стадии и этапы создания и проектирования АСУ ТП. Содержание работ на стадиях «Техническое задание», «Технический проект», «Рабочая документация». Состав проектной и эксплуатационной документации. Обозначение документов и систем. Этапы и содержание работ.</p> <p>Содержание и оформление отчета. Сбор и обработка данных об объекте, изучение объекта автоматизации.</p> <p>Технологический регламент и другая технологическая документация.</p> <p>Общесистемный синтез АСУ ТП. Состав и содержание документов по общесистемным решениям.</p> <p>Формулирование целей</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>создания АСУ ТП и требований к ней. Предварительный выбор структуры системы и предварительный анализ точности, быстродействия и надежности отдельных каналов и подсистем. Предварительная оценка затрат на разработку, ввод в действие и эксплуатацию АСУ ТП..</p>		
<p><i>Метрологическое обеспечение систем управления</i></p>	<p>Виды и способы оценки погрешностей. Статическая и динамическая погрешности. Систематические и случайные погрешности. Математические модели и показатели случайных погрешностей в статических и динамических системах. Максимальная, средняя и среднеквадратическая погрешности. Преобразование случайных процессов в линейных и нелинейных статических и динамических системах. Термоэлектрический эффект и его влияние на погрешность измерительных цепей. Учет нелинейности статических характеристик преобразователей. Способы вычисления результирующей погрешности последовательной цепи преобразователей (прямая задача). Распределение погрешностей по отдельным преобразователям при проектировании систем управления (обратная задача).</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Оценка быстродействия системы управления</i>	Понятие и количественные показатели быстродействия отдельных элементов системы управления. Оценка быстродействия измерительных и управляющих каналов. Обоснование выбора комплекса технических средств по параметрам быстродействия.	<i>Нет</i>	
<i>Оценка надежности и безопасност и АСУ ТП</i>	Основные понятия и определения теории надежности. Количественные характеристики надежности. Показатели надежности АСУ ТП и ее отдельных подсистем. Методы повышения надежности АСУ ТП. Расчет надежности информационной подсистемы АСУ ТП. Способы оценки надежности АСУ ТП как многоуровневой иерархической системы с учетом не только технических средств.	<i>Нет</i>	
<i>Аппаратно-технический синтез, ПТК</i>	Состав и содержание документов по техническому обеспечению. Проектирование подсистемы ввода аналоговых сигналов АСУ ТП. Структурные схемы подсистемы ввода АСУ ТП. Технические средства подсистемы ввода аналоговых сигналов: датчики, нормирующие преобразователи, коммутаторы, АЦП. Анализ статических характеристик преобразователей. Методы аппроксимации	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>характеристик. Сопrotивление линий связи и электрические ключи в измерительных цепях. Проектирование подсистемы ввода дискретных сигналов АСУ ТП. Проектирование подсистемы вывода аналоговых и дискретных сигналов АСУ ТП. Проектирование систем электропитания. Системы электропитания переменного и постоянного тока. Проектирование систем питания переменного тока. Вторичные источники электропитания. Выпрямители, фильтры, стабилизаторы, преобразователи. Защита источников питания от перегрузки по току. Разработка и оформление функциональной схемы автоматизации, структурной схемы КТС, чертежей общего вида щитов (пультов), принципиальных электрических и пневматических схем. Типовая структурная схема ПТК. Основные особенности реализации контроллерного уровня и уровня операторского интерфейса. Два основных варианта построения контроллерного уровня ПТК. Их преимущества и недостатки на разных стадиях развития микропроцессорных средств. Уровень</p>		

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>операторского интерфейса ПТК. Возможные варианты его построения. Клиент-серверная архитектура. Использование WEB-серверов. Принципы и варианты реализации взаимосвязей между различными ПТК. Интеграция в АСУТП локальных АСУ, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием.</p>		
<i>Проектирование информационного и математического обеспечения</i>	<p>Состав и содержание документов по информационному обеспечению. Разработка перечней входных и выходных сигналов, сообщений и документов. Состав и содержание документов по математическому обеспечению. Разработка и описание основных алгоритмов измерительной и управляющей подсистем.</p>	<i>Нет</i>	
<i>Автоматизация проектирования систем управления</i>	<p>Основные виды инженерной деятельности при выполнении проектных работ. Необходимость автоматизации проектирования. Особенности человека как субъекта принятия решений. Технические и программные средства автоматизации проектирования. Методы автоматизированного проектирования. Имитационное моделирование. Функциональные и имитационные модели линейных и нелинейных</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	статических и динамических преобразователей.		

Раздел(предмет) *АСУ ТП энергоблоков*

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Понятие АСУ ТЭС, основное назначение</i>	Введение. Понятие АСУ ТЭС, основное назначение. Разновидности и основные отличия АСУ. Виды и назначение основных обеспечений АСУ ТП как непереносимые условия внедрения.	<i>Нет</i>	48
<i>Большие системы управления в энергетике</i>	Понятие электроэнергетической системы (ЭС); функциональная структура типовой ЭС; краткая характеристика составных элементов. Баланс мощностей в ЭС; основные ТЭП. Понятие объединенной ЭС (ОЭС); баланс мощностей в ОЭС; структура и задачи управления ОЭС. ЭС и ОЭС как автоматизированные технологические и производственные комплексы (АТК и АПК).	<i>Нет</i>	
<i>Системы поддержки принятия решений</i>	Понятия и классификация систем поддержки принятия решений. Организация экспертно советующей системы. Формирование набора правил экспертной системы. Показатели эффективности системы поддержки принятия решений. Применение систем поддержки принятия решений в АСУ ТП энергоблоков. Примеры	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Организация оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) ТЭС</i>	<p>Организация оперативно-диспетчерского управления ТЭС; влияющие факторы. Обобщенный энергоблок как объект управления. Понятие функциональной группы и подгруппы (ФГ и ФПГ) технологического оборудования; состав ФГ по котлу, турбине и вспомогательному оборудованию; организация управления на основе ФГ. Разработка интерфейса рабочего места оператора. Структура рабочего места оператора. Комплекс технических средств автоматизации (КТСА) как составной элемент систем диспетчерского управления; основные элементы КТСА.</p> <p>Эргономика автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора энергоблока; основные понятия и определения.</p> <p>Алгоритмизация процедуры принятия решения по управлению; пример.</p> <p>Основные показатели оперативной загруженности дежурного персонала энергоблоков.</p> <p>Формирование загрузки оператора в условиях эксплуатации на рабочем месте; понятие и определение оптимального коэффициента загруженности</p>	<i>Нет</i>	
<i>Реализация АСУ ТП энергоблоков</i>	АСУ ТП энергоблока как система управления единым технологическим процессом; основные	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>преимущества по сравнению с системами регулирования отдельных агрегатов. Состав информационных и управляющих функций АСУ ТП по энергоблоку и ТЭС в целом. Принципы автоматизированного управления: советчик оператора; супервизорное управление; централизованное управление на основе единого программно-технического комплекса (ПТК); распределенное управление. Область применения, преимущества и недостатки. Концепции построения АСУ ТП энергоблоков и ТЭС: общая и частная; концептуальная модель АСУ ТП ТЭС. Организация обмена данными между вычислительными компонентами системы по ЛВС, CAN, RS-485. Расчет пропускной способности линии обмена данными. Пример реализации АСУ ТП парогазовой установки суммарной мощностью 450 МВт: ПГУ-450 как объект управления; состав агрегатов, основные режимы работы, информационные и управляющие функции АСУ ТП ПГУ, функциональная схема и ее основные элементы, техническая реализация на основе современного КТСА.</p>		
<i>Автоматизация</i>	Автоматизация энергоблоков ТЭС	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>энергоблок в ТЭС</i>	<p>Энергоблок ТЭС как объект управления; режимы работы по топливу и нагрузке; понятие приемистости.</p> <p>Назначение и состав общецелочных автоматических систем регулирования частоты и мощности; принцип функционирования.</p> <p>Функциональная схема АСР мощности энергоблока с прямоточным котлом; пример. Регулирование мощности группы параллельно работающих энергоблоков, преимущества группового управления по сравнению с индивидуальным.</p> <p>Назначение и функционирование локальных АСР энергоблока, пример.</p> <p>Назначение и состав элементов устройств логического управления (УЛУ) вспомогательных установок энергоблока, пример.</p> <p>Назначение классификации автоматических тепловых защит (ТЗ) оборудования энергоблоков. Состав и релейные эквиваленты основных логических элементов ТЗ, показатели и пути обеспечения надежности ТЗ. Логические схемы действия ТЗ барабанного парового котла и паровой турбины, особенности защит прямоточного котла, требования к ТЗ блочных ПВД, логическая схема</p>		

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>действия. Логическая схема действия ТЗ моноблока. Понятие автоматического пуска энергоблока ТЭС; этапы пуска блока с барабанным котлом; АСР процессом пуска по температуре и давлению пара в барабане и за котлом; автоматическая система разворота и нагружения турбогенератора. Особенности и укрупненный алгоритм пуска энергоблока с прямоточным котлом. Состояние и перспективы внедрения АСУ ТП энергоблоков ТЭС (обзор отечественных и зарубежных источников информации).</p>		

Раздел(предмет) *Автоматизация энергоблоков АЭС*

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Энергоблок АЭС как ТООУ, функции и подсистемы АСУ ТП АЭС, работа энергоблока в составе энергосистемы</i>	<p>Понятия технологического объекта управления (ТООУ), алгоритма функционирования и алгоритма управления ТООУ, критерия и цели управления. Особенности энергоблока АЭС, используемого в качестве ТООУ. Влияние обратных связей по температуре теплоносителя и нейтронной мощности, наличию пара в активной зоне реактора. Отравление реактора ксеноном и самарием, влияние остаточного энерговыделения.</p>	<i>Нет</i>	48

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Требования к надежности, безопасности и экономичности функционирования АЭС. Современный этап развития энергоблоков АЭС в России и мире. Топливо для энергоблоков АЭС. Открытый и замкнутый топливные циклы АЭС. Информационные, управляющие и вспомогательные функции АСУ ТП АЭС. Состав подсистем АСУ ТП АЭС. Функции управляющей вычислительной системы в составе АСУ ТП АЭС. Центральный, блочный и резервный щиты управления АЭС. Требования к ним. Режимы работы энергоблоков АЭС в составе энергосистемы. Состояния реакторных и турбинных установок АЭС. Первичное (общее, нормированное), вторичное и третичное регулирование частоты, участие в нем энергоблоков АЭС. Основные эксплуатационные требования энергоблоков АЭС к отклонениям частоты. Участие энергоблоков АЭС в суточном регулировании нагрузки. Ограничения скорости и количества циклов изменения мощности энергоблоков АЭС.</p>		
Управляемые и управляющие величины	Основные управляемые и управляющие величины энергоблока АЭС – на примере энергоблока с водо-	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>энергоблока</i>	<p>водяным энергетическим реактором (ВВЭР). Характеристики АСУ ТП АЭС. Статическая и динамическая погрешность измерения, точность управления. Критерии качества управления.</p> <p>Характеристики надежности, включая работу аварийных защит АЭС.</p> <p>Эксплуатационные характеристики АСУ ТП АЭС. Математическое описание и динамические характеристики основных элементов ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Динамика теплогидравлических процессов в пароводяных смесях. Расчет динамики ЯЭУ с реакторами ВВЭР.</p> <p>Виды дроссельных регулирующих органов, их характеристики.</p> <p>Регулирование малых расходов. Регулирование подачи насосов изменением числа параллельно включенных насосов и частоты вращения насосов, использованием приводной турбины и гидромурфты.</p> <p>Регулирование уровня в корпусах кипящих реакторов и барабанных парогенераторах энергоблоков с ВВЭР.</p> <p>Регулирование частоты вращения турбогенераторов АЭС и давления пара с помощью редуционных установок.</p>		
<i>Автоматическое</i>	Регулирование параметров конденсатно-питательного	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<p><i>регулирующие агрегатов АЭС, программы и схемы регулирования энергоблока в АЭС</i></p>	<p>тракта (давления и уровня в деаэраторах, уровня в конденсаторах турбин и регенеративных подогревателях).</p> <p>Регулирование давления и уровня в компенсаторе давления. Статические программы изменения основных регулируемых параметров энергоблоков АЭС. Регулирование энергоблоков с ВВЭР.</p> <p>Статические программы регулирования с постоянной средней температурой теплоносителя, постоянным давлением пара во втором контуре, компромиссные.</p> <p>Схемы регулирования мощности энергоблоков – каскадные с корректировкой по давлению пара во втором контуре и по средней температуре теплоносителя, а также для работы в базовом режиме.</p> <p>Современный этап и возможности развития схем регулирования энергоблоков с ВВЭР.</p> <p>Регулирование энергоблоков с уран-графитовыми реакторами.</p> <p>Схемы регулирования для работы энергоблока с реактором большой мощности канальным (РБМК) в базовом режиме, а также позволяющая участвовать в статическом регулировании частоты в энергосистеме.</p> <p>Регулирование энергоблоков с корпусными кипящими реактора. Схемы</p>		

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>регулирования энергоблоков с реактором ВК-50 и реактором с принудительной циркуляцией.</p> <p>Регулирование энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах (БН). Особенности энергоблоков с реакторами БН, требующие учета при создании систем управления.</p>		
<p><i>Обеспечение безопасности и АЭС и готовности персонала</i></p>	<p>Условия удовлетворения АЭС требованиям безопасности. Понятия нормальной эксплуатации, нарушения нормальной эксплуатации, пределов безопасной эксплуатации, аварии на АЭС (проектной, максимальной проектной, запроектной, тяжелой, ядерной). Система физических барьеров энергоблока АЭС на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ. Состав уровней системы технических и организационных мер глубоководной защиты АЭС. Целевые факторы безопасности АЭС. Требования безопасности к управлению технологическим оборудованием АЭС, составу систем и средств энергоблока АЭС, функциям блочного и резервного пунктов управления. Принципы безопасности, которым должны удовлетворять управляющие системы</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>безопасности АЭС. Защитные, локализирующие и обеспечивающие системы безопасности. Основные уроки аварий на АЭС. Основные формы работы с персоналом АЭС. Состав мероприятий при подготовке персонала АЭС на должность и поддержании его квалификации. Виды проверок знаний, инструктажей и противоаварийных тренировок персонала АЭС, требования к периодичности их проведения. Средства подготовки персонала АЭС.</p>		

Раздел(предмет) *Технологические защиты котлоагрегатов*

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Общие положения</i>	<p>Краткая характеристика функций АСУТП. Место и роль ТЗ в АСУТП на примере одной ТЗ. Принципы создания подсистемы ТЗ. Состав и классификация ТЗ.</p>	<i>Нет</i>	48
<i>Место и роль ТЗ в АСУТП</i>	<p>Требования к подсистеме ТЗ Нормативные документы по ТЗ</p>	<i>Нет</i>	
<i>ТЗ турбоагрегата</i>	<p>Осевое смещение ротора турбоагрегата. Понижение давления в системе смазки. Повышение давления в конденсаторе. Повышение виброскорости корпусов подшипников. Понижение температуры свежего пара перед турбиной. Повышение частоты вращения ротора. Повышение уровня в ПВД.</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>Понижение давления греющего пара в ПВД. Повышение уровня в сетевом подогревателе. Технологические защиты генератора. Действие защит турбоагрегата.</p>		
<p><i>ТЗ котлоагрегата</i></p>	<p>Защиты прямоточного котла. Защита при понижении расхода питательной воды по любому из потоков. Защита при понижении давления в любом из потоков перед задвижкой, встроенной в тракт котла. Защита при повышении давления перед ВЗ. Защиты по повышению давления свежего пара. Защиты барабанного котла. Защиты по уровню в барабане. . Повышение давления свежего пара. Защиты водогрейного котла. Понижение расхода воды через котел. . Понижение давления воды за котлом. . Повышение давления воды за котлом. . Повышение температуры воды за котлом. Защиты котлов, имеющих промежуточный пароперегреватель (блоки с турбинами, имеющими ЦСД). Защиты газоздушного тракта. . Защиты по отключению тягодутьевых механизмов. . Защиты по отключению вентиляторов, участвующих в транспортировке пыли в котёл. . Защита по погасанию общего факела в топке. Защиты, контролирующие факел горелок. Защита при</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	понижении давления газа или мазута перед горелками. . Защиты, снижающие нагрузку котла до 50% . Операции по аварийному останову котла. Операции по снижению нагрузки котла.		

Раздел(предмет) **Оптимальное управление режимами работы электростанций**

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Введение. Основные понятия оптимального управления, термины и определения Управление режимами при участии энергоблока в ТЭС в регулировании частоты и мощности</i>	Основные понятия оптимального управления. Энергосистема, электростанции, энергоблоки и их оборудования как объекты управления. Особенности технических систем управления. Понятие декомпозиции системы и задач управления. Автоматические и автоматизированные системы управления Количественные и качественные характеристики электроэнергии в энергосистеме и проблема их обеспечения. Системные услуги, регламент участия электростанций различных типов в этих услугах. Нормированное первичное, автоматическое вторичное регулирование, необходимые условия и возможности энергоблоков различных типов для участия в них. Особенности участия ТЭЦ и ПГУ в этих	<i>Нет</i>	48

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	услугах.		
<i>Структура управления энергетикой России</i>	<p>Топливо-энергетический комплекс России. Структурная схема управления энергетическим комплексом. Итоги реструктуризации энергетической отрасли, Основные звенья управления энергетической системой, функции Системного оператора, администратора торговой сети. Структурная схема оперативного управления режимами работы электростанций. Оптово-генерирующие, территориальные генерирующие компании. Проблемы оптимального управления электроэнергетической системой. Рынок электроэнергии и мощности, его сектора и особенности их функционирования. Порядок проведения конкурсного отбора по электроэнергии и мощности Особенности режимов работы конденсационных, теплофикационных, атомных и гидроэлектростанций в энергосистеме. Регламент участия электростанций на различных секторах рынка электроэнергии и мощности. Формирование участия электростанций на рынке «на сутки вперед», балансирующем рынке и на рынке системных услуг. Структурная схема</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	управления оперативным режимом внутри электростанции. Роль и место АСУТП в системе управления режимами работы оборудования и электростанции.		
<p><i>Выбор оптимальных параметров и режимов оборудования при их работе на частичных нагрузках</i></p> <p><i>Оптимизация режимов работы оборудования, выбор состава и распределение нагрузки</i></p>	<p>Особенности режимов работы оборудования в условиях рынка электроэнергии и мощности. Основные показатели оборудования по экономичности и надежности при выходе на рынок. Условия формирования и исполнения диспетчерского графика. Работа энергоблоков конденсационного типа на частичных нагрузках, регулировочный диапазон, ограничения технологические, системные. Работа котла, турбины, питательной установки, конденсатора и регенеративной системы энергоблока на частичных нагрузках</p> <p>Выбор оптимальных параметров и режимов работы оборудования на частичных нагрузках. Применение скользящего и комбинированного скользящего регулирования давления пара. Выбор оптимального давления в конденсаторе. Анализ способов получения дополнительной (пиковой) мощности и их сравнительная оценка</p> <p>Временные характеристики выбора состава</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>генерирующего оборудования и оптимального распределения мощности при выходе на оптовый рынок электроэнергии и мощности. Взаимосвязь между составом и оптимальным распределением нагрузки. Энергетические характеристики энергоблоков, методы резервирования мощности при прохождении провалов нагрузок и выбор оптимальной стратегии их использования. Постановка задачи выбора состава генерирующего состава оборудования при однокритериальном (экономический фактор) и многокритериальном (факторы экономичности и надежности). Общие методические подходы и алгоритмы решения. Постановка задачи оптимального распределения текущей нагрузки при заданном составе генерирующего оборудования и методы их решения при однокритериальном и многокритериальном постановках задачи. Особенности решения поставленных задач при обслуживании электростанции нескольких групповых точек поставки электроэнергии.</p>		
<i>Режимы работы</i>	Особенности режимов работы для различных типов	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<p><i>оборудования теплофикационных электростанций и их оптимизация. Режимы работы парогазовых установок и их оптимизация</i></p>	<p>теплофикационных агрегатов. Тепловой график, выработка электроэнергии и мощности на тепловом потреблении. Энергетические показатели теплофикационных агрегатов при различных режимах работы теплофикационной установки. Выбор оптимальных режимов теплофикационной установки при различных сочетаниях тепловой и электрической нагрузок, возможности получения дополнительной мощности на теплофикационных агрегатах, и их сравнительная эффективность Особенности решения задач выбора состава генерирующего оборудования и оптимального распределения тепловой и электрической нагрузки на ТЭЦ со сложным составом оборудования. Особенности решения поставленных задач при обслуживании электростанции нескольких групповых точек поставки электроэнергии и поставки тепла по нескольким магистралям Особенности конструктивного исполнения парогазовых установок и их влияние на режим работы оборудования установки. Регулировочный диапазон газовой турбины, котла-утилизатора, паровой турбины и ПГУ в целом. Режимы работы</p>		

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	оборудования ПГУ на пониженных нагрузках и их оптимизация. Способы расширения регулировочного диапазона ПГУ. Выбор оптимальных режимов для ПГУ по схеме 2ГТ+2КУ+1ПТ.		

Раздел(предмет) *Диагностика объектов энергетики*

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Виды, методы и средства диагностики объектов энергетики</i>	Введение. Цель и задачи дисциплины, ее место в формировании знаний и навыков выпускника, освоившего образовательную программу. Краткое содержание разделов. Трудоемкость дисциплины, лабораторные работы. Самостоятельная работа и ее роль в освоении дисциплины. Контрольные мероприятия по дисциплине, балльно-рейтинговая система и зачет. Техническое состояние оборудования энергетики. Виды технических состояний. Диагностические признаки и диагностические модели оборудования энергетики. Виды диагностики объектов энергетики. Техническая и функциональная диагностика объектов энергетики, их место и роль в определении технического состояния оборудования энергетики и организации систем технического	<i>Нет</i>	48

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	<p>обслуживания и ремонтов. Методы неразрушающего контроля. Выбор методов и средств диагностики объектов энергетики. Технологии индустрии 4.0 при диагностировании объектов энергетики и поддержания их в надлежащем техническом состоянии</p>		
<p><i>Документационное обеспечение организации диагностики оборудования на предприятиях энергетики</i></p>	<p>Государственные стандарты в области диагностики оборудования и методов проведения диагностики. Правила организации и проведения диагностики оборудования энергетики с использованием различных средств и методов, включая методы неразрушающего контроля. Типовые программы и методики проведения испытаний. Паспорта на средства и системы диагностирования оборудования. Методические указания и инструкции для проведения испытаний, измерений и диагностики. Методика комплексного определения показателей технического состояния объектов электроэнергетики, в том числе показателей физического износа и энергетической эффективности объектов электросетевого хозяйства. Разработка руководящих документов по проведению мероприятий в области технической диагностики оборудования на</p>	<p><i>Нет</i></p>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	предприятиях энергетики.		
<i>Дефекты, отказы и аварии на объектах энергетики</i>	<p>Понятие и виды дефектов, отказов, аварий на объектах энергетики Анализ дефектов, отказов и аварий оборудования энергетики. Диагностические параметры. Прогнозирование технического состояния объектов энергетики. Поиск дефектов. Алгоритмическое и математическое обеспечение поиска дефектов. Прогнозирование отказов объектов энергетики. Разработка плана мероприятий по поддержанию оборудования в надлежащем техническом состоянии.</p>	<i>Нет</i>	
<i>Информационные системы для диагностики оборудования энергетики</i>	<p>Системы инженерных расчетов для создания и проверки эффективности методов решения задач диагностики и прогнозирования технического состояния объектов энергетики. Проектирование информационных систем для мониторинга, диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования энергетики. ЕАМ-системы и их применение при реализации стратегий ремонтов и поддержания оборудования в надлежащем техническом состоянии. CMMS-системы и их применение при организации ремонтов оборудования предприятий</p>	<i>Нет</i>	

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
	энергетики. Системы предиктивной аналитики в энергетике.		

Раздел(предмет) **Современные возможности автоматизации систем электро-, тепло-, водо снабжения**


Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Современные возможности автоматизации систем электро-, тепло-, водо снабжения и особенности их применения в промышленности</i>	Система электроснабжения предприятия и автоматизация её составляющих. Система теплоснабжения предприятия и автоматизация её составляющих. Функционал системы автоматизации электроснабжения объекта. Функционал системы автоматизации теплоснабжения объекта. Проведение технико-экономического анализа при сравнении нескольких проектных решений. Современные комбинирование схемы автоматизированного тепло- и электроснабжения предприятий с НИВЭ. Smart greed и перспективные возможности по автоматизации	<i>Нет</i>	<i>16</i>

Раздел(предмет) **Комбинирование комплексного внедрения современных энергосберегающих технологий и системы энергоменеджмента**

Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>Комбинирование комплексного внедрения</i>	Нормативная база энергосбережения. Энергоаудит и энергетическая	<i>Нет</i>	<i>16</i>


Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)	Форма ТК	Количество часов
<i>современных энергосберегающих технологий и системы энергоменеджмента: виды эффектов, расчёт прибыли с применением нейросетевых моделей</i>	<p>паспортизация. Этапы проведения энергетического обследования.</p> <p>Автоматические системы учёта и дистанционного мониторинга объемов потребления энергоресурсов.</p> <p>Обследование систем учета энергоресурсов в организации.</p> <p>Цифровизация: умный город, умный квартал, умный дом. Современные энергосберегающие технологии (с возможностью цифровизации). Аудит системы энергетического менеджмента в организации.</p> <p>Энергосервисный контракт и верификация данных в сопоставимых условиях</p>		

Руководитель ЦПП
АСУ ТП ЭП

		Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ			
Владелец	Гужов С.В.		
Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-ecd93f0e		

С.В. Гужов

Начальник ОДПО

		Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ			
Владелец	Крохин А.Г.		
Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84		

А.Г.
Крохин