

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Научоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Перекрестный опрос	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмакина А.В.
	Идентификатор	Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda

А.В. Бурмакина

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение общих принципов анализа и синтеза систем измерения и сбора данных, способов передачи данных с использованием унифицированных протоколов в автоматизированных системах управления различными промышленными объектами. Построение динамических моделей технологических процессов. Изучение принципов работы с функциональными схемами в соответствии с современными стандартами.

Задачи дисциплины

- изучение принципов сбора данных для последующего мониторинга и управления технологическим процессом;
- освоение методов построения динамических моделей технологических объектов, проектирования систем измерений и сбора данных, а также методов их параметрического синтеза;
- приобретение навыков принятия конкретных технических решений при выборе структуры систем измерения и сбора данных, протоколов передачи данных.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен применять информационные технологии на всех стадиях жизненного цикла наукоемкой продукции	ИД-1 _{ПК-2} Проводит научные исследования с применением методов математического и физического моделирования, обрабатывает и интерпретирует полученные результаты	знать: - принципы построения систем информационного обеспечения и организовывать сбор данных для автоматизированных систем управления объектами промышленной теплоэнергетики; - базовые понятия теории погрешности и неопределенности измерений; - основные принципы организации государственной системы обеспечения единства измерений, нормативные документы, регулирующие систему метрологического обеспечения; - основные виды и методы измерений различных технических величин; - основные виды и способы передачи данных к автоматизированным системам управления объектами промышленной теплоэнергетики. уметь: - определять метрологические характеристики средств измерения, формировать требования к приборному парку предприятия; - применять современные системы программирования для реализации различных алгоритмов управления и оценки качества работы систем регулирования; - производить оценку погрешности и неопределенности результатов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		измерений; - составлять функциональные схемы контрольно-измерительных и информационно-измерительных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Научно-технологические и управленческие инновации в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные термины и понятия в области сбора данных технологических процессов	6	1	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные термины и понятия в области сбора данных технологических процессов"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные термины и понятия в области сбора данных технологических процессов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 9-39 [5], 5-7</p>	
1.1	Основные термины и понятия в области измерений технологических процессов	6		2	2	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Динамические модели	8		2	2	-	-	-	-	-	-	-	4		-
2.1	Динамические модели	8		2	2	-	-	-	-	-	-	-	4		-

													<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Системы измерения и сбора данных и протоколы передачи"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 9-47 [2], 20-48</p>
5	Монтаж средств измерений	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Монтаж средств измерений"</p>
5.1	Монтаж средств измерений	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Монтаж средств измерений" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Монтаж средств измерений"</p>
6	Стандартизация и сертификация	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы.</p>
6.1	Стандартизация и сертификация	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы.</p>
7	Техническая документация	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение</p>

7.1	Техническая документация	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	дополнительного материала по разделу "Техническая документация" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Техническая документация" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 246-297
8	Нормативная документация энергетической отрасли	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Нормативная документация энергетической отрасли"
8.1	Нормативная документация энергетической отрасли	6	2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нормативная документация энергетической отрасли" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 197-236
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	16	16	-	-	-	-	-	0.3	22	17.7	
	Итого за семестр	72.0	16	16	-	-	-	-	-	0.3	39.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные термины и понятия в области сбора данных технологических процессов

1.1. Основные термины и понятия в области измерений технологических процессов

Причины и способы измерения и сбора данных технологических процессов. Определение SCADA, PLC. Метрология. Единство измерений. Способы обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Цели метрологического обеспечения. Субъекты метрологии. Международное метрологическое обеспечение. Региональное метрологическое обеспечение. Национальное метрологическое обеспечение. Система СИ. Измерения. Прямые измерения. Совокупные измерения. Косвенные измерения. Совместные измерения. Методы измерений. Погрешность. Чувствительность. Абсолютная чувствительность. Относительная чувствительность. Классы точности.

2. Динамические модели

2.1. Динамические модели

Основы разработки динамических моделей объектов энергетической отрасли. Моделирование гидравлических объектов (задвижки). Моделирование теплопередающих поверхностей. Моделирование смешивающих узлов с конечным объемом. Моделирование вращающихся машин на примере идеальных процессов по уравнению Стодолы-Флюгеля.

3. Методы и средства измерения

3.1. Методы и средства измерения

Общие сведения об измерении температуры. Контактные методы измерения температуры. Бесконтактные методы измерения температуры. Общие сведения об измерении давления и разности давлений. Методы и средства измерения уровня. Общие сведения об измерении расхода и количества вещества. Измерение расхода по перепаду давления на сужающем устройстве (СУ). Методы анализа состава газа.

4. Системы измерения и сбора данных и протоколы передачи

4.1. Системы измерения и сбора данных и протоколы передачи

Основные критерии выбора средств измерения. Определение требований к точности средств измерений и их согласования с характеристиками системы регулирования в целом. Оптимизация приборного парка средств измерений. Протоколы передачи данных в информационно-измерительных и контрольно-измерительных системах. HART-протокол и его применение на практике. Перспективные проводные и беспроводные протоколы передачи информации в измерительных системах. Обеспечение информационной безопасности в измерительных системах..

5. Монтаж средств измерений

5.1. Монтаж средств измерений

Способы установки различных приборов. Монтаж по месту. Стенды датчиков. Врезка: бобышка, ниппель. Монтаж отдельных устройств: датчики давления, датчики температуры, датчики расхода, датчики контроля состава веществ. Щитовой монтаж. Документация и стандарты по установке датчиков на технологическом производстве.

6. Стандартизация и сертификация

6.1. Стандартизация и сертификация

Общие положения технической документации. Единая система конструкторской документации. Единая система технической документации. Состав технической документации энергетической отрасли. Опросные листы.

7. Техническая документация

7.1. Техническая документация

Общие положения технической документации. Единая система конструкторской документации. Единая система технической документации. Состав технической документации энергетической отрасли. Опросные листы.

8. Нормативная документация энергетической отрасли

8.1. Нормативная документация энергетической отрасли

Функциональные схемы технического контроля, их назначение, особенности и правила построения по правилам 9 отраслевых стандартов электроэнергетики и по стандарту KKS. Правила подготовки заказных спецификаций и опросных листов.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Расчет погрешностей в виртуальной среде SiminTech;
2. Разработка динамической модели задвижки с передачей сигналов в базу данных;
3. Разработка динамической модели теплопередающей поверхности;
4. Разработка динамической модели турбоагрегатов;
5. Проведение измерений давления, температуры, уровня, расхода.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Нормативная документация энергетической отрасли"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные термины и понятия в области сбора данных технологических процессов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Динамические модели"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы и средства измерения"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы измерения и сбора данных и протоколы передачи"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Монтаж средств измерений"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Стандартизация и сертификация"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Техническая документация"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нормативная документация энергетической отрасли"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Монтаж средств измерений"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Техническая документация"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нормативная документация энергетической отрасли"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Знать:											
основные виды и способы передачи данных к автоматизированным системам управления объектами промышленной теплоэнергетики	ИД-1ПК-2			+	+						Тестирование/КМ-2. Математические модели динамических систем
основные виды и методы измерений различных технических величин	ИД-1ПК-2			+	+						Тестирование/КМ-2. Математические модели динамических систем
основные принципы организации государственной системы обеспечения единства измерений, нормативные документы, регулирующие систему метрологического обеспечения	ИД-1ПК-2			+	+						Тестирование/КМ-2. Математические модели динамических систем
базовые понятия теории погрешности и неопределенности измерений	ИД-1ПК-2	+	+								Тестирование/КМ-1. Основные понятия и определения (Тестирование)
принципы построения систем информационного обеспечения и организовывать сбор данных для автоматизированных систем управления объектами промышленной теплоэнергетики	ИД-1ПК-2	+	+	+							Тестирование/КМ-1. Основные понятия и определения (Тестирование)
Уметь:											
составлять функциональные схемы контрольно-измерительных и информационно-измерительных систем	ИД-1ПК-2								+	+	Перекрестный опрос/КМ-4. Защита лабораторной работы №5
производить оценку погрешности и неопределенности результатов измерений	ИД-1ПК-2					+	+				Перекрестный опрос/КМ-3. Защита лабораторных работ № 1-4
применять современные системы программирования для реализации различных алгоритмов управления и оценки качества работы систем регулирования	ИД-1ПК-2					+	+				Перекрестный опрос/КМ-3. Защита лабораторных работ № 1-4

определять метрологические характеристики средств измерения, формировать требования к приборному парку предприятия	ИД-1ПК-2	+				+	+			Перекрестный опрос/КМ-3. Защита лабораторных работ № 1-4
--	----------	---	--	--	--	---	---	--	--	--

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Основные понятия и определения (Тестирование) (Тестирование)
2. КМ-2. Математические модели динамических систем (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-3. Защита лабораторных работ № 1-4 (Перекрестный опрос)
2. КМ-4. Защита лабораторной работы №5 (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

Основная часть задания выполнена верно. На дополнительные вопросы были даны неполные ответы.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Андрюшин, А. В. Управление и инноватика в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Андрюшин, В. Р. Сабанин, Н. И. Смирнов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 392 с. - ISBN 978-5-383-00539-2 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4186>;
2. Плетнев Г.П. - "Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (352 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72191;
3. Иванова, Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков . – 2-е изд., перераб. и доп. . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 460 с. - ISBN 5-7046-1046-3 .;
4. Цыпин, А. В. Теоретические основы современной метрологии : учебное пособие по курсу "Метрологическое обеспечение предприятий" по направлению подготовки бакалавров 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. В. Цыпин, Е. Ю. Цыпина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 144 с. - ISBN 978-5-7046-2378-6 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11426>;
5. Основные термины в области метрологии : словарь-справочник / М. Ф. Юдин, [и др.] ; Ред. Ю. В. Тарбеев . – М. : Изд-во стандартов, 1989 . – 113 с. - ISBN 5-7050-003-0034-0 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

3. SimInTech;
4. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
8. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
9. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы измерения и сбора данных

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1. Основные понятия и определения (Тестирование) (Тестирование)

КМ-2 КМ-2. Математические модели динамических систем (Тестирование)

КМ-3 КМ-3. Защита лабораторных работ № 1-4 (Перекрестный опрос)

КМ-4 КМ-4. Защита лабораторной работы №5 (Перекрестный опрос)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные термины и понятия в области сбора данных технологических процессов					
1.1	Основные термины и понятия в области измерений технологических процессов		+		+	
2	Динамические модели					
2.1	Динамические модели		+			
3	Методы и средства измерения					
3.1	Методы и средства измерения		+	+		
4	Системы измерения и сбора данных и протоколы передачи					
4.1	Системы измерения и сбора данных и протоколы передачи			+		
5	Монтаж средств измерений					
5.1	Монтаж средств измерений				+	
6	Стандартизация и сертификация					
6.1	Стандартизация и сертификация				+	
7	Техническая документация					
7.1	Техническая документация					+
8	Нормативная документация энергетической отрасли					

8.1	Нормативная документация энергетической отрасли				+
	Вес КМ, %:	15	15	45	25