

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Информационные технологии в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.02.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>10 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>10 семестр - 8 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>10 семестр - 4 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>10 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>10 семестр - 128,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>10 семестр - 1,2 часа;</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>10 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	Р6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	Р6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	Р6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** знакомство с общей концепцией построения киберфизических систем, как новой технологической платформы формирования информационно-управляющей среды, объединяющей принципы и методы информационных и информационно-прикладных технологий, и предназначенной для решения задач практических задач в теплоэнергетике.

### Задачи дисциплины

- изучение информационно-технологической концепции интеграции перспективных информационных технологий и вычислительных ресурсов обработки информации;
- знакомство с программным обеспечением, применяемым для моделирования киберфизических систем;
- изучение технологии киберфизических систем для решения практических задач.

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-1 Способен работать с профессиональным программным обеспечением в области теплоэнергетики	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> работает с профессиональным программным обеспечением в области теплоэнергетики	знать: - технологии Индустрии 4.0.  уметь: - разрабатывать модели для применения в киберфизических системах.
ВК/ПК-1 Способен проводить реинжиниринг информационных систем в теплоэнергетике, проектировать и использовать корпоративные информационные системы	ИД-1 <sub>ВК/ПК-1</sub> разрабатывает и эксплуатирует информационных систем в теплоэнергетике	знать: - особенности киберфизических систем.  уметь: - участвовать в разработке киберфизических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные технологии в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы инженерной графики
- знать основы моделирования процессов и систем
- уметь пользоваться современными САД-системами на базовом уровне
- уметь проводить расчеты в средах математического моделирования

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 4 зачетных единицы, 144 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	Особенности киберфизических систем	24.2	10	1.0	-	1.0	-	-	-	0.2	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Самостоятельное изучение материала по теме "Особенности киберфизических систем" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 19 - 26
1.1	Системный подход к формированию концепции проектирования развития киберфизических систем	12.1		0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	11	-	
1.2	Основные принципы разработки киберфизических систем	12.1		0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	11	-	
2	Модели киберфизических систем	27.4		2	-	1.0	-	-	-	0.4	-	24	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Самостоятельное изучение материала по теме "Модели киберфизических систем" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 124 – 188
2.1	Уровни концептуальной модели киберфизической системы	13.7		1	-	0.5	-	-	-	0.2	-	12	-	
2.2	Концептуальная модель киберфизической системы	13.7		1	-	0.5	-	-	-	0.2	-	12	-	
3	Разработка и эксплуатация	30.2	4	-	1.0	-	-	-	0.4	-	24.8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>	

	киберфизических систем												Самостоятельное изучение материала по теме "Разработка и эксплуатация киберфизических систем"
3.1	Разработка киберфизических систем	16.1	3	-	0.5	-	-	-	0.2	-	12.4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.2	Эксплуатация киберфизических систем	14.1	1	-	0.5	-	-	-	0.2	-	12.4	-	[1], 42 - 89 [3], 13 – 45
4	Киберфизические системы в Индустрии 4.0	24.2	1.0	-	1.0	-	-	-	0.2	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b>
4.1	Новые производственные технологии Индустрии 4.0.	12.1	0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	11	-	Самостоятельное изучение материала по теме "Киберфизические системы в Индустрии 4.0"
4.2	Основы промышленного интернета вещей и производственных киберфизических систем.	12.1	0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	11	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 90 - 136
	Экзамен	38.0	-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	35.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>4.0</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>92.8</b>	<b>35.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>4.0</b>	<b>2</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>128.5</b>				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Особенности киберфизических систем

1.1. Системный подход к формированию концепции проектирования развития киберфизических систем

Понятие киберфизической системы. Концепция киберфизических систем. Основные структурные части киберфизических систем. Примеры киберфизических систем..

1.2. Основные принципы разработки киберфизических систем

Принципы мехатроники, искусственного интеллекта, «больших данных», «глубокого обучения», системы распознавания образов..

### 2. Модели киберфизических систем

2.1. Уровни концептуальной модели киберфизической системы

Уровни концептуальной модели киберфизической системы: физический, сетевой, хранилище данных, обработка и аналитика, уровень приложений. Основные технологии в киберфизических системах..

2.2. Концептуальная модель киберфизической системы

Разработка математических моделей для применения в киберфизических системах. Программное обеспечение для построения математических моделей..

### 3. Разработка и эксплуатация киберфизических систем

3.1. Разработка киберфизических систем

Разработка киберфизических систем. Программное обеспечение для построения киберфизических систем.

3.2. Эксплуатация киберфизических систем

Сбор и обработка данных в киберфизических системах. Качество и эффективность функционирования киберфизических систем. Оценка и прогнозирование состояния киберфизических систем..

### 4. Киберфизические системы в Индустрии 4.0

4.1. Новые производственные технологии Индустрии 4.0.

Субтехнологии в Индустрии 4.0: Цифровое проектирование, математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия или продукции (технология цифровой двойник, Smart Design), Технологии «умного» производства (Smart Manufacturing)..

4.2. Основы промышленного интернета вещей и производственных киберфизических систем.

Индустриальные киберфизические системы. Сферы применения индустриальных киберфизических систем. Проектирование индустриальных киберфизических систем. Защита информации в киберфизических системах..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Разработка математической модели технической системы;
2. Разработка системы управления киберфизической системой;
3. Выбор и обоснование средств измерения для киберфизической системы;
4. Настройка человеко-машинного интерфейса киберфизической системы;
5. Технологии машинного обучения в киберфизических системах.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Консультация по теме "Особенности киберфизических систем"
2. Консультация по теме "Модели киберфизических систем"
3. Консультация по теме "Разработка и эксплуатация киберфизических систем"
4. Консультация по теме "Киберфизические системы в Индустрии 4.0"

### **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	
<b>Знать:</b>						
технологии Индустрии 4.0	ИД-1ПК-1				+	Контрольная работа/Киберфизические системы в Индустрии 4.0
особенности киберфизических систем	ИД-1ВК/ПК-1	+				Контрольная работа/Особенности киберфизических систем
<b>Уметь:</b>						
разрабатывать модели для применения в киберфизических системах	ИД-1ПК-1		+			Контрольная работа/Модели киберфизических систем
участвовать в разработке киберфизических систем	ИД-1ВК/ПК-1			+		Контрольная работа/Разработка и эксплуатация киберфизических систем

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**10 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Киберфизические системы в Индустрии 4.0 (Контрольная работа)
2. Модели киберфизических систем (Контрольная работа)
3. Особенности киберфизических систем (Контрольная работа)
4. Разработка и эксплуатация киберфизических систем (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №10)

В диплом выставляется оценка за 10 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Коршунов Г. И.- "Сложные киберфизические системы", Издательство: "ГУАП", Санкт-Петербург, 2021 - (141 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/216518>;
2. Громаков Е. И., Сидорова А. А.- "Современные технологии. Киберфизические системы", Издательство: "ТПУ", Томск, 2022 - (193 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/332402>;
3. В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец- "Основы математического моделирования технических систем", (4-е изд., стер.), Издательство: "ФЛИНТА", Москва, 2021 - (271 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SCADA TRACE MODE.

### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Киберфизические системы в теплоэнергетике**

(название дисциплины)

**10 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Особенности киберфизических систем (Контрольная работа)

КМ-2 Модели киберфизических систем (Контрольная работа)

КМ-3 Разработка и эксплуатация киберфизических систем (Контрольная работа)

КМ-4 Киберфизические системы в Индустрии 4.0 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Особенности киберфизических систем					
1.1	Системный подход к формированию концепции проектирования развития киберфизических систем		+			
1.2	Основные принципы разработки киберфизических систем		+			
2	Модели киберфизических систем					
2.1	Уровни концептуальной модели киберфизической системы			+		
2.2	Концептуальная модель киберфизической системы			+		
3	Разработка и эксплуатация киберфизических систем					
3.1	Разработка киберфизических систем				+	
3.2	Эксплуатация киберфизических систем				+	
4	Киберфизические системы в Индустрии 4.0					
4.1	Новые производственные технологии Индустрии 4.0.					+
4.2	Основы промышленного интернета вещей и производственных киберфизических систем.					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25