

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 12 часов;
Практические занятия	8 семестр - 24 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 71,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

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	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-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	R6b2590a8-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 промышленной автоматизации и управления.

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 принимать участие в производственно-технологической деятельности при автоматизации технологических процессов и производств в области профессиональной деятельности	ИД-4 _{ПК-1} Демонстрирует знание основных принципов построения киберфизических систем	знать: - основы разработки производственных киберфизических систем; - виды моделей киберфизических систем. уметь: - разрабатывать модели для применения в киберфизических системах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизация технологических процессов и производств (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы инженерной графики
- знать основы моделирования процессов и систем
- знать основы проектирования автоматизированных систем
- знать основы проектирования автоматизированных систем
- знать основы информационного обеспечения систем управления
- уметь проводить расчеты в средах математического моделирования
- уметь создавать математические модели систем и процессов
- уметь пользоваться современными САД-системами на базовом уровне

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Понятия и определения киберфизических систем	25.0	8	1.0	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятия и определения киберфизических систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 19 - 26 [2], 95 – 111
1.1	Системный подход к формированию концепции проектирования развития киберфизических систем	12.5		0.5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Концептуальная модель киберфизической системы	12.5		0.5	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Разработка и эксплуатация киберфизических систем	50		6	-	12	-	-	-	-	-	32	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка и эксплуатация киберфизических систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 42 - 89 [3], 13 – 45
2.1	Разработка киберфизических систем	27		3	-	8	-	-	-	-	-	16	-	
2.2	Эксплуатация киберфизических систем	23		3	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
3	Киберфизические системы в Индустрии 4.0	32.7		5	-	8	-	-	-	-	-	19.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу

3.1	Новые производственные технологии Индустрии 4.0.	17		3	-	4	-	-	-	-	-	10	-	"Киберфизические системы в Индустрии 4.0" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.2	Основы промышленного интернета вещей и производственных киберфизических систем.	15.7		2	-	4	-	-	-	-	-	9.7	-	[1], 90 - 136 [2], 124 – 188
	Зачет	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		12.0	-	24	-	-	-	-	0.3	71.7	-	
	Итого за семестр	108.0		12.0	-	24	-	-	-	-	0.3	71.7	-	

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

1.2. Концептуальная модель киберфизической системы

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

2. Разработка и эксплуатация киберфизических систем

2.1. Разработка киберфизических систем

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

2.2. Эксплуатация киберфизических систем

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

3. Киберфизические системы в Индустрии 4.0

3.1. 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)..

3.2. 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. Изучение процессов настройки сенсоров, датчиков, исполнительных устройств и периферийного оборудования киберфизической системы управления;
5. Настройка человеко-машинного интерфейса киберфизической системы;
6. Технологии машинного обучения в киберфизических системах;
7. Разработка системы прогнозирования состояния киберфизической системы.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация по разделу "Понятия и определения киберфизических систем"
2. Консультация по разделу "Разработка и эксплуатация киберфизических систем"
3. Консультация по разделу "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	
Знать:					
виды моделей киберфизических систем	ИД-4 _{ПК-1}	+			Контрольная работа/Понятия и определения киберфизических систем
основы разработки производственных киберфизических систем	ИД-4 _{ПК-1}		+		Контрольная работа/Разработка киберфизических систем
Уметь:					
разрабатывать модели для применения в киберфизических системах	ИД-4 _{ПК-1}			+	Контрольная работа/Киберфизические системы в Индустрии 4.0 Контрольная работа/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

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Киберфизические системы в Индустрии 4.0 (Контрольная работа)
2. Понятия и определения киберфизических систем (Контрольная работа)
3. Разработка киберфизических систем (Контрольная работа)
4. Эксплуатация киберфизических систем (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 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

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. 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	Г-406, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-211, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-204, Информационно-библиографический отдел	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, стол письменный, Витрина, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для консультирования	В-104-5, Преподавательская каф. "ТМПУ"	стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, документы, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-02, Архив	стеллаж для хранения книг, стол для работы с документами, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Киберфизические системы

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Понятия и определения киберфизических систем (Контрольная работа)

КМ-2 Разработка киберфизических систем (Контрольная работа)

КМ-3 Эксплуатация киберфизических систем (Контрольная работа)

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

Вид промежуточной аттестации – Зачет.

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