

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

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10
Трудоемкость в зачетных единицах:	9 семестр - 3; 10 семестр - 4; всего - 7
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	9 семестр - 32 часа; 10 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
Практические занятия	9 семестр - 16 часов; 10 семестр - 32 часа; всего - 48 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	10 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	9 семестр - 59,7 часа; 10 семестр - 93,5 часа; всего - 153,2 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой Экзамен	9 семестр - 0,3 часа; 10 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	R#4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

М.В.
Лукашевский


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение систем и процессов информационного сопровождения наукоемкой продукции на эксплуатационной стадии жизненного цикла и освоение методов и инструментов разработки киберфизических систем

Задачи дисциплины

- изучение основных принципов информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий;
- освоение информационных систем построения математических моделей киберфизических систем наукоемкой продукции;
- освоение подходов к определению необходимого состава средств измерения для создания киберфизических систем наукоемкой продукции;
- изучение основных подходов к автоматизации сбора данных и алгоритмов обработки данных при эксплуатации киберфизических систем наукоемкой продукции.

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 выполнять расчет оборудования ядерных энергетических установок, использовать специализированное программное обеспечение	ИД-2ПК-2 Демонстрирует понимание концепции цифрового двойника, его функционирования и разработки	знать: - основные особенности подбора требуемого состава средств измерения для построения киберфизических систем наукоемких изделий, алгоритмы обработки данных при информатизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем; - основные особенности информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем; - виды киберфизических систем и технологии, применяемых при их построении и эксплуатации. уметь: - оценивать основные показатели эффективности и качества эксплуатации наукоемких изделий и технических систем; - разрабатывать математические модели технических систем с использованием специализированного программного обеспечения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование процессов в ядерных реакторах (далее – ОПОП), направления подготовки 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать виды наукоемких изделий
- знать виды математических моделей и способы их построения
- знать стадии жизненного цикла наукоемких изделий
- знать методы проведения экспериментальных исследований
- уметь моделировать тепловые схемы энергетических комплексов
- уметь обрабатывать результаты экспериментальных исследований

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 7 зачетных единиц, 252 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	Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий	30	9	12	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 55-101</p>	
1.1	Введение в информатизацию эксплуатации наукоемких изделий	15		6	-	2	-	-	-	-	-	7	-		
1.2	Основные понятия информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий	15		6	-	2	-	-	-	-	-	7	-		
2	Киберфизические системы наукоемких изделий	29		11	-	4	-	-	-	-	-	14	-		<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Киберфизические системы наукоемких изделий" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Киберфизические системы наукоемких изделий" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 300-333 [5], стр.12-44</p>
2.1	Киберфизические системы на этапе эксплуатации: определение, назначение, виды	15		6	-	2	-	-	-	-	-	7	-		
2.2	Разработка и эксплуатация киберфизических систем	14	5	-	2	-	-	-	-	-	7	-			
3	Модели	31	9	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>		

	киберфизических систем наукоемких изделий													Изучение материала по разделу "Модели киберфизических систем наукоемких изделий" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Разработка математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий	16		5	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Модели киберфизических систем наукоемких изделий"
3.2	Программное обеспечение для построения математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий	15		4	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Модели киберфизических систем наукоемких изделий"
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], стр. 90-118
	Всего за семестр	108.0		32	-	16	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0		32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7		
4	Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем	64	10	8	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем"
4.1	Сбор данных в киберфизических системах	32		4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем"
4.2	Обработка данных в киберфизических системах	32		4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе

													эксплуатации технических систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 300-376
5	Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем	44	8	-	16	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем"
5.1	Оценка и прогнозирование состояния киберфизических систем	22	4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.2	Качество и эффективность функционирования киберфизических систем	22	4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 556-700 [2], стр. 34-76
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32		2		-	0.5		93.5	
	ИТОГО	252.0	-	48	-	48	2	-	-	0.8		153.2	

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. Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий

1.1. Введение в информатизацию эксплуатации наукоемких изделий

Информационная технология. Информационный процесс. Информационная система.

1.2. Основные понятия информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий

Информатизация процесса эксплуатации наукоемких изделий и технических систем. Основы автоматизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем. Принцип обратной связи, средства измерения и технические средства автоматизации.

2. Киберфизические системы наукоемких изделий

2.1. Киберфизические системы на этапе эксплуатации: определение, назначение, виды

Классификация моделей, используемых при организации эксплуатации изделий и технических систем. Технологии Индустрии 4.0. Понятие киберфизической системы. Промышленный интернет вещей.

2.2. Разработка и эксплуатация киберфизических систем

Разработка киберфизических систем. Эксплуатация киберфизических систем. Программное обеспечение, применяемое при создании киберфизических систем.

3. Модели киберфизических систем наукоемких изделий

3.1. Разработка математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий

Методы построения математических моделей наукоемких изделий и технических систем. Оценка адекватности математических моделей наукоемких изделий и технических систем.

3.2. Программное обеспечение для построения математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий

Верификация результатов математического моделирования в киберфизических системах. Программное обеспечение для разработки математических моделей киберфизических систем.

4. Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем

4.1. Сбор данных в киберфизических системах

Выбор систем и средств сбора данных в киберфизических системах наукоемких изделий и технических систем. Метрологическое обеспечение создания киберфизических систем. Организация сбора данных. Базы данных киберфизических систем.

4.2. Обработка данных в киберфизических системах

Алгоритмы обработки данных: выявление и устранение аномалий, прогнозирование. Программное обеспечение автоматизации сбора и обработки данных.

5. Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем

5.1. Оценка и прогнозирование состояния киберфизических систем

Мониторинг технического состояния наукоемких изделий и технических систем в процессе эксплуатации. Прогнозирование технического состояния наукоемких изделий и технических систем в процессе эксплуатации.

5.2. Качество и эффективность функционирования киберфизических систем

Методы оценки качества эксплуатации киберфизических систем наукоемких изделий и технических систем. Оценка эффективности эксплуатации киберфизических систем наукоемких изделий и технических систем.

3.3. Темы практических занятий

1. Выбор и обоснование средств измерения для киберфизической системы;
2. Разработка математической модели технической системы;
3. Алгоритмы прогнозирования на основе данных;
4. Разработка системы автоматического регулирования параметров;
5. Экономическая оценка эффективности применения киберфизических систем;
6. Алгоритмы сбор и обработки данных.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Киберфизические системы наукоемких изделий"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Модели киберфизических систем наукоемких изделий"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Киберфизические системы наукоемких изделий"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Модели киберфизических систем наукоемких изделий"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем"

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	
Знать:							
виды киберфизических систем и технологии, применяемых при их построении и эксплуатации	ИД-2ПК-2		+				Тестирование/Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем
основные особенности информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем	ИД-2ПК-2	+					Тестирование/Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий
основные особенности подбора требуемого состава средств измерения для построения киберфизических систем наукоемких изделий, алгоритмы обработки данных при информатизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем	ИД-2ПК-2				+		Тестирование/Киберфизические системы наукоемких изделий
Уметь:							
разрабатывать математические модели технических систем с использованием специализированного программного обеспечения	ИД-2ПК-2			+			Контрольная работа/Модели киберфизических систем наукоемких изделий
оценивать основные показатели эффективности и качества эксплуатации наукоемких изделий и технических систем	ИД-2ПК-2					+	Контрольная работа/Оценка качества и эффективности функционирования 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

9 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем (Тестирование)
2. Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Модели киберфизических систем наукоемких изделий (Контрольная работа)

10 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Киберфизические системы наукоемких изделий (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №9)

Экзамен (Семестр №10)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

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. Осика, Л. К. Инжиниринг объектов интеллектуальной энергетической системы. Проектирование. Строительство. Бизнес и управление : практическое пособие / Л. К. Осика . – М. : Издательский дом МЭИ, 2014 . – 780 с. - ISBN 978-5-383-00869-0 .;
2. Зеленохат, Н. И. Интеллектуализация ЕЭС России: инновационные предложения : практическое пособие / Н. И. Зеленохат . – М. : Издательский дом МЭИ, 2013 . – 192 с. - ISBN 978-5-383-00866-9 .;
3. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко ; Ред. А. Ф. Дьяков . – 3-е изд., испр . – М. :

Издательский дом МЭИ, 2009 . – 476 с. - ISBN 978-5-383-00354-1 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5283>;

4. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" направления "Автоматизированные технологии и производства" / Г. П. Плетнев . – 4-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 352 с. - ISBN 978-5-903072-85-9 .;

5. Страшун Ю. П.- "Технические средства автоматизации и управления на основе ПоТ/ЮТ", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (76 с.)

<https://e.lanbook.com/book/143701>;

6. 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>;

7. Коваленко Т. А.- "Обработка экспериментальных данных", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (178 с.)

<https://e.lanbook.com/book/100273>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. SimInTech (студенческая версия).

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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
13. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
14. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
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	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Цифровые двойники объектов атомной энергетики**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий (Тестирование)
- КМ-3 Модели киберфизических систем наукоемких изделий (Контрольная работа)
- КМ-4 Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	12	14
1	Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий				
1.1	Введение в информатизацию эксплуатации наукоемких изделий		+		
1.2	Основные понятия информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий		+		
2	Киберфизические системы наукоемких изделий				
2.1	Киберфизические системы на этапе эксплуатации: определение, назначение, виды				+
2.2	Разработка и эксплуатация киберфизических систем				+
3	Модели киберфизических систем наукоемких изделий				
3.1	Разработка математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий			+	
3.2	Программное обеспечение для построения математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий			+	
Вес КМ, %:			35	40	25

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

- КМ-2 Киберфизические системы наукоемких изделий (Тестирование)
- КМ-5 Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ- 2	КМ- 5
		Неделя КМ:	8	12
1	Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем			
1.1	Сбор данных в киберфизических системах		+	
1.2	Обработка данных в киберфизических системах		+	
2	Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем			
2.1	Оценка и прогнозирование состояния киберфизических систем			+
2.2	Качество и эффективность функционирования киберфизических систем			+
Вес КМ, %:			60	40