

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Цифровые двойники технических систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Цифровые двойники технических систем**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов С.К.
	Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

С.К. Осипов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О.
Киндра

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

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в разработке цифровых двойников технических систем
- ИД-1 Принимает участие в разработке цифровых двойников технических систем на стадии проектирования
- ИД-2 Принимает участие в разработке и внедрении цифровых двойников технических систем на стадии эксплуатации

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)
3. Киберфизические системы наукоемких изделий (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Модели киберфизических систем наукоемких изделий (Контрольная работа)
2. Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем (Контрольная работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	8	12	16
Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий						
Введение в информатизацию эксплуатации наукоемких изделий	+					
Основные понятия информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий	+					
Киберфизические системы наукоемких изделий						
Киберфизические системы на этапе эксплуатации: определение, назначение, виды			+			
Разработка и эксплуатация киберфизических систем			+			

Модели киберфизических систем наукоемких изделий					
Разработка математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий			+		
Программное обеспечение для построения математических моделей для применения в киберфизических системах наукоемких изделий			+		
Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем					
Сбор данных в киберфизических системах				+	
Обработка данных в киберфизических системах				+	
Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем					
Оценка и прогнозирование состояния киберфизических систем					+
Качество и эффективность функционирования киберфизических систем					+
Вес КМ:	10	10	30	20	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Принимает участие в разработке цифровых двойников технических систем на стадии проектирования	Знать: виды киберфизических систем и технологии, применяемых при их построении и эксплуатации основные особенности информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем Уметь: разрабатывать математические модели технических систем с использованием специализированного программного обеспечения	Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий (Тестирование) Киберфизические системы наукоемких изделий (Тестирование) Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в разработке и внедрении цифровых двойников технических систем на стадии эксплуатации	Знать: основные особенности подбора требуемого состава средств измерения для построения киберфизических систем	Модели киберфизических систем наукоемких изделий (Контрольная работа) Автоматизация сбора и обработки данных в киберфизических системах в процессе эксплуатации технических систем (Тестирование)

		научных изделий, алгоритмы обработки данных при информатизации эксплуатации научных изделий и технических систем Уметь: оценивать основные показатели эффективности и качества эксплуатации научных изделий и технических систем	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие проводится в форме тестирования. Студенту выдается тест, состоящий из 10 вопросов. На тест выделяется 15 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка, направленная на проверку знаний по разделу “Вопросы информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные особенности информатизации и автоматизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем	1. • Информационный процесс - это 1. Хранение информации 2. Обработка информации 3. Передача информации 4. Действия, выполняемые с информацией 5. Передача информации источником • Ответ: 4 2. • Для чего предназначены корпоративные информационные системы? 1. для автоматизации функций управленческого персонала 2. для автоматизации работы при создании новой техники или технологии 3. для автоматизации функций производственного персонала 4. для автоматизации любых функций компании и охватывают весь цикл работ от проектирования до сбыта продукции • Ответ: 4 3. • Продолжите предложение: Информационное обеспечение ... 1. содержит в своем составе постановления государственных органов власти, приказы, инструкции министерств, ведомств, организаций, местных органов власти 2. подразумевает совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации задач
---	---

	информационной системы • 3. содержит совокупность документов, регулирующих отношения внутри трудового коллектива • 4. определяет всю совокупность данных, которые хранятся в разных источниках • 5. включает комплекс технических средств, предназначенных для работы информационной системы • Ответ: 5
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Киберфизические системы наукоемких изделий

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие проводится в форме тестирования. Студенту выдается тест, состоящий из 10 вопросов. На тест выделяется 15 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка, направленная на проверку знаний по разделу “Киберфизические системы наукоемких изделий”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: виды киберфизических систем и технологии, применяемых при их построении и эксплуатации	1. Система взаимодействующих вычислительных элементов, управляющих физическими объектами, включая искусственный интеллект, интернет вещей, подключенные к сети информации: 1. информационная система 2. интеллектуальная система 3. киберфизическая система Ответ: 3 2. Какая категория потенциальных улучшений для промышленных киберфизических систем
---	--

	отсутствует: 1. автоматизация 2. человек-машинное взаимодействие 3. большие данные 4. композиция Ответ: 4 3.Перечислите сферы применения индустриальных киберфизических систем: 1. интеллектуальные фабрики 2. промышленные интеллектуальные данные 3. умная продукция 4. все перечисленные
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Модели киберфизических систем наукоемких изделий

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие проводится в аудитории, во время практического занятия в соответствии с расписанием занятий. Студент получает индивидуальное задание. Варианты заданий отличаются. На выполнение задание выделяется 45 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа, направленная на проверку знаний по разделу “Математические модели киберфизических и технических систем”

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: оценивать основные показатели эффективности и качества эксплуатации наукоемких изделий и технических систем	1.Верифицировать результаты математического моделирования в соответствии с представленным вариантом задания 2.Построить уравнение регрессии на основе экспериментальных данных 3.Построить зависимость с использованием метода
---	--

	наименьших квадратов
--	----------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

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

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие проводится в форме тестирования. Студенту выдается тест, состоящий из 10 вопросов. На текст выделяется 15 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка, направленная на проверку знаний по разделу “Выбор средств измерения. Алгоритмы обработки данных”

Контрольные вопросы/задания:

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	1.Основной погрешностью средства измерения называется погрешность, определяемая ... 1. в рабочих условиях измерений 2. в предельных условиях измерений 3. в нормальных условиях измерений Ответ: 3 2.Задача регрессии сводится к ... 1. нахождению частых зависимостей между объектами или событиями 2. определению класса объекта по его характеристиками 3. определению по известным характеристиками объекта значение некоторого его параметра 4. поиску независимых групп и их характеристик в всем множестве анализируемых данных Ответ: 3 3.Задача кластеризации заключается в ... 1. нахождению частых зависимостей между объектами или событиями 2. определению класса объекта по его характеристиками 3. определению по известным характеристиками объекта значение некоторого его параметра 4. поиску независимых групп и их характеристик в всем множестве анализируемых данных Ответ: 4
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Оценка качества и эффективности функционирования киберфизических систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие проводится в аудитории, во время практического занятия в соответствии с расписанием занятий. Студент получает индивидуальное задание. Варианты заданий отличаются. На выполнение задание выделяется 45 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа, направленная на проверку знаний по разделу "Оценка показателей эффективности и качества эксплуатации наукоемких изделий и технических систем"

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать математические модели технических систем с использованием специализированного программного обеспечения	1. На основе представленной схемы наукоемкого изделия/технической системы с использованием известной методики расчета оценить качество эксплуатации 2. Построить зависимость для прогнозирования значения технологического параметра 3. Идентифицировать и классифицировать дефекты наукоемкого изделия/технической системы
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Выбор систем и средств сбора данных в киберфизических системах наукоемких изделий и технических систем
2. Оценка эффективности эксплуатации киберфизических систем наукоемких изделий и технических систем

Процедура проведения

В билете содержится 2 теоретических вопроса. Для получения зачета студент устно отвечает на вопросы, представленные в билете. На подготовку отводится 45 минут

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Принимает участие в разработке цифровых двойников технических систем на стадии проектирования

Вопросы, задания

1. Информатизация процесса эксплуатации наукоемких изделий и технических систем
2. Информационная технология, информационный процесс, информационная система
3. Программное обеспечение, применяемое при создании киберфизических систем

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Основной погрешностью средства измерения называется погрешность, определяемая ...

Ответы:

1. в рабочих условиях измерений
2. в предельных условиях измерений
3. в нормальных условиях измерений

Верный ответ: 3

2. Задача регрессии сводится к ...

Ответы:

1. нахождению частых зависимостей между объектами или событиями
2. определению класса объекта по его характеристиками
3. определению по известным характеристиками объекта значение некоторого его параметра
4. поиску независимых групп и их характеристик в всем множестве анализируемых данных

Верный ответ: 3

3. Задача кластеризации заключается в ...

Ответы:

1. нахождению частых зависимостей между объектами или событиями
2. определению класса объекта по его характеристиками
3. определению по известным характеристиками объекта значение некоторого его параметра

4. поиску независимых групп и их характеристик в всем множестве анализируемых данных

Верный ответ: 4

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке и внедрении цифровых двойников технических систем на стадии эксплуатации

Вопросы, задания

1. Основы автоматизации эксплуатации наукоемких изделий и технических систем
2. Принцип обратной связи, средства измерения и технические средства автоматизации
3. Классификация моделей, используемых при организации эксплуатации изделий и технических систем

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Продолжите предложение: Техническое обеспечение ...

Ответы:

- 1. содержит в своем составе постановления государственных органов власти, приказы, инструкции министерств, ведомств, организаций, местных органов власти
- 2. содержит совокупность документов, регулирующих отношения внутри трудового коллектива
- 3. определяет всю совокупность данных, которые хранятся в разных источниках
- 4. подразумевает совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации задач информационной системы
- 5. включает комплекс технических средств, предназначенных для работы информационной системы

Верный ответ: 5

2. Динамические измерения – это измерения:

Ответы:

1. проводимые в условиях передвижных лабораторий
2. значение измеряемой величины определяется непосредственно по массе гирь последовательно устанавливаемых на весы
3. изменяющейся во времени физической величины, которые представляется совокупностью ее значений с указанием моментов времени, которым соответствуют эти значения
4. связанные с определением сил действующих на пробу или внутри пробы

Верный ответ: 3

3. Укажите виды измерений по способу получения информации:

Ответы:

1. динамические
2. косвенные
3. многократные
4. однократные
5. прямые
6. совместные
7. совокупные

Верный ответ: 2, 5, 6, 7

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу