

**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: Цифровое проектирование объектов энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Цифровые двойники в проектировании инженерных систем**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Геллер Ю.А.
	Идентификатор	Rd15fd2d3-GellerYA-54f8e43b

Ю.А. Геллер

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Геллер Ю.А.
	Идентификатор	Rd15fd2d3-GellerYA-54f8e43b

Ю.А.
Геллер

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В.
Шацких

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-1 Способен проектировать технологические и конструктивные решения инженерных систем объектов капитального строительства

ИД-1 Формирует варианты принципиальных схем для инженерных систем объектов капитального строительства

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Оформление документации с применением БИМ программ (Проверочная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Контрольная работа)

2. Тепловой режим зданий (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Коллоквиум)

2. Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Коллоквиум)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тепловой режим зданий (Контрольная работа)

КМ-2 Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Коллоквиум)

КМ-3 Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Контрольная работа)

КМ-4 Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Коллоквиум)

КМ-5 Оформление документации с применением БИМ программ (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс	КМ-	КМ-	КМ-	КМ-

	КМ:	1	2	3	4	5
	Срок КМ:	4	7	9	12	15
Тепловой режим зданий						
Тепловой режим зданий	+					
Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий						
Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий		+				
Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий						
Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий			+			
Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий						
Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий				+		
Оформление документации с применением БИМ программ						
Оформление документации с применением БИМ программ						+
Вес КМ:		20	20	20	20	20

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Расчет теплотерьер
- КМ-2 Выбор, расчет расстановка отопительных приборов
- КМ-3 Расчет воздухообмена
- КМ-4 Конструирование вентиляции
- КМ-5 Оформление чертежей

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	2	5	8	12	16
Тепловой режим зданий	+					
Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий			+			

Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий			+		
Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий				+	
Оформление документации с применением БИМ программ					+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

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-1	ИД-1 _{ПК-1} Формирует варианты принципиальных схем для инженерных систем объектов капитального строительства	Знать: Функциональные возможности программного обеспечения информационного моделирования объектов капитального строительства Требуемые параметры проектируемого объекта, климатические и геологические особенности его расположения Состав исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха Уметь: Определять возможность применения типовых проектных решений Анализировать	КМ-1 Тепловой режим зданий (Контрольная работа) КМ-2 Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Коллоквиум) КМ-3 Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Контрольная работа) КМ-4 Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий (Коллоквиум) КМ-5 Оформление документации с применением БИМ программ (Проверочная работа)

		современные принципиальные решения систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тепловой режим зданий

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на вопросы.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Требуемые параметры проектируемого объекта, климатические и геологические особенности его расположения	1. Нормируемое и требуемое значение сопротивления теплопередаче стены жилых зданий 2. Определение градусо-суток отопительного периода 3. Общее представление о микроклимате помещения и действующая нормативная база в области его обеспечения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Ответ полный с небольшими недочетами

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Ответ неполный с небольшими недочетами

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Ответ с принципиальными ошибками

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-2. Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на вопросы.

Краткое содержание задания:

Подготовить ответы на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Функциональные возможности программного обеспечения информационного моделирования объектов капитального строительства	1. Расчетная мощность системы отопления. 2. Требования, предъявляемые к отопительной установке. 3. Общая классификация систем отопления. 4. Отопительные приборы и теплопроводы в системах отопления. 5. Регулирующая и запорная арматура в различных системах отопления. 6. Классификация систем водяного отопления.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-3. Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменно ответить на вопросы.

Краткое содержание задания:

Письменно ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Состав исходных данных для разработки проектной документации систем отопления,	1. Показатели, характеризующие микроклимат

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
вентиляции и кондиционирования воздуха	2.Параметры воздушной среды помещений 3.Отличие стандартных условий от нормальных 4. приборы, используемые для измерения температуры воздушной среды 5.приборы, используемые для измерения температуры поверхностей

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-4. Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на вопрос.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Анализировать современные принципиальные решения систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	1.Программы для проектирования систем вентиляции (разобрать две и сравнить) 2.Классификация систем вентиляции по количеству обслуживаемых помещений или зон 3.Классификация систем вентиляции

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	по конструктивному исполнению 4.Классификация систем вентиляции по зоне обслуживания 5.Классификация систем вентиляции по направлению воздушных потоков 6.Классификация систем вентиляции по способу перемещения воздуха

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-5. Оформление документации с применением БИМ программ

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Оформить электронный документ.

Краткое содержание задания:

по данным преподавателя выполнить фрагмент чертежа. Необходимо наличие цветовой маркировки для каждого отдельного вида воздуховода и элемента, используемого на плане. Основное оборудование, габариты воздухопроводов, тип изоляции, наименование систем должны быть подписаны. Все элементы должны быть представлены в соответствии с ГОСТ 21.602-2016

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Определять возможность применения типовых проектных решений	1.план вентиляции соответствующего этажа с поэтажной экспликацией помещений; 2.трассировка систем вентиляции 3.Аксометрические схемы систем вентиляции 4.Спецификация оборудования, изделий и материалов системы вентиляции

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

Для курсового проекта/работы

2 семестр

I. Описание КП/КР

1. краткое описание проектируемого объекта; 2. выбор расчетных значений параметров наружного и внутреннего воздуха для проектирования вентиляционной системы общественного здания; 3. Расчет системы вентиляции 4. Подбор оборудования 5. Специальная часть 6. Графическая часть

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Моделирование взаимодействия систем отопления и вентиляции в контексте устойчивого проектирования

Тематика КП/КР:

Анализ эффективности работы системы вентиляции с использованием цифрового двойника
Сравнительный анализ традиционных методов проектирования и использования цифровых двойников в HVAC

Моделирование взаимодействия систем отопления и вентиляции в контексте устойчивого проектирования

Использование цифровых двойников для оптимизации работы инженерных систем ОВ

Разработка цифрового двойника зданий с учётом климатических особенностей региона.

КМ-1. Расчет теплотерь

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. Выбор, расчет расстановка отопительных приборов

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-3. Расчет воздухообмена

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-4. Конструирование вентиляции

Описание шкалы оценивания

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Задание преимущественно выполнено или выполнено в полном объеме

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Задание не выполнено

КМ-5. Оформление чертежей

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Классификация систем вентиляции.
2. Организация аварийной вентиляции в производственных помещениях.
3. Практическое задание.

Процедура проведения

Подготовка не более 60 минут. Ответ не более 30 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Формирует варианты принципиальных схем для инженерных систем объектов капитального строительства

Вопросы, задания

1. Свойства влажного воздуха
2. Основные понятия аэродинамики.
3. Уравнения аэродинамики
4. Плоские безвихревые течения, функции тока.
5. Методы решения дифференциальных уравнений аэродинамики.
6. Основные виды вредных выделений в гражданских и производственных зданиях
7. Взрывоопасность газов и паров.
8. Местные отсосы, классификация, минимальный объем вытяжки.
9. Нестационарный режим вентилируемого помещения
10. Приточные камеры
11. Классификация обеспыливающих устройств и характеристики их действия
12. Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий.
13. Основные положения акустического расчета вентиляционных систем.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Местная приточная вентиляция предназначена для:

Ответы:

- а. подачи свежего воздуха на определенные места
 - б. для осуществления вентиляции во всем помещении
 - с. увлажнения удаляемого воздуха
 - д. перемещения воздуха на значительные расстояния
 - е. удаления из помещения загрязненного или нагретого воздуха
2. С помощью каких естественных побудителей движения воздуха осуществляют аэрацию?

Ответы:

- а. Гравитационных сил и сил ветра
- б. С помощью механического побуждения
- с. Сил ветра
- д. Гравитационных сил

3. Какие из нижеперечисленных требований к системам вентиляции являются санитарно-гигиеническими?

Ответы:

- а. обеспечение минимального расхода свежего (наружного) воздуха на одного человека
- б. малая тепловая инерционность системы
- в. пожарная безопасность
- г. виброизоляция и звукоизоляция оборудования

Верный ответ: а. обеспечение минимального расхода свежего (наружного) воздуха на одного человека г. виброизоляция и звукоизоляция оборудования

4. При проектировании систем вентиляции основными расчётными параметрами внутреннего воздуха являются:

Ответы:

- а. температура
- б. температура и скорость
- в. влажность и температура
- г. подвижность воздуха и температура

Верный ответ: в. влажность и температура

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защита предполагает готовую работу. Защита проводится устно.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка складывается из работы в семестре, работы над курсовым, защите курсового и экзамена.