

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

Рабочая программа дисциплины
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ
СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	2 семестр - 145,2 часа;
в том числе на КП/КР	2 семестр - 11,7 часов;
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа;
включая: Контрольная работа Коллоквиум Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,4 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,4 часа; всего - 0,8 часа

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Сформировать компетенции , связанные с устройством, принципом проектирования инженерных систем , согласно существующих стандартов.

Задачи дисциплины

- -ознакомить о методах расчетов инженерных систем , приемах проектирования, технологии эксплуатации инженерных систем;;
- - научить системному анализу при решении технических, организационно-технологических и управленческих задач в области проектирования, строительства, эксплуатации инженерных систем ;;
- -ознакомить с современным оборудованием инженерных систем и его дальнейшее совершенствование.;
- -ознакомить с программами БИМ проектирования для инженерных систем.

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 проектировать технологические и конструктивные решения инженерных систем объектов капитального строительства	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 современные принципиальные решения систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровое проектирование объектов энергетики (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Методики создания компонентов информационных моделей
- знать Форматы представления данных информационных моделей и их элементов
- уметь Выбирать алгоритм и способы работы при помощи программных средств в процессе информационного моделирования
- уметь Выбирать способы и алгоритм работы в САПР для создания и оформления чертежей

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 6 зачетных единиц, 216 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	Тепловой режим зданий	26	2	2	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловой режим зданий"</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 6-8</p>	
1.1	Тепловой режим зданий	26		2	-	4	-	-	-	-	-	20	-		
2	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий	32		4	-	8	-	-	-	-	-	-	20		-
2.1	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми	32		4	-	8	-	-	-	-	-	-	20		-

	двойниками зданий												следующих показателей: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 91-103
3	Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий	32	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий"
3.1	Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий	32	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 8-10 [2], стр. 17-22 [3], стр. 12-17
4	Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий	32	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий" <u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:
4.1	Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий	32	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>

														[1], стр. 19-31 [2], стр. 36-46 [4], стр. 30-57
5	Оформление документации с применением БИМ программ	26	2	-	4	-	-	-	-	-	20	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Оформление документации с применением БИМ программ"
5.1	Оформление документации с применением БИМ программ	26	2	-	4	-	-	-	-	-	20	-	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
	Экзамен	35.9	-	-	-	-	2	-	-	0.4	-	33.5	-	[3], стр. 5-7 [4], стр. 26-30
	Курсовой проект (КП)	32.1	-	-	-	16	-	4	-	0.4	11.7	-	-	
	Всего за семестр	216.0	16	-	32	16	2	4	-	0.8	111.7	33.5		
	Итого за семестр	216.0	16	-	32	18		4		0.8	145.2			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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. Тепловой режим зданий

1.1. Тепловой режим зданий

Внутренние и наружные климатические условия и нормативные документы. Теплопередача через ограждения. Инфильтрация наружного воздуха. Энергоэффективность ограждающих конструкций и нормативные документы.

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

2.1. Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий

Выбор отопительных приборов. Основные принципы выбора системы отопления. Типы помещений. Материалы приборов и трубопроводов. Нормативные документы.

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

3.1. Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий

Расчет воздухообмена, параметры воздуха на основе данных цифровых двойников зданий. Нормативные документы. Работа с технологами..

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

4.1. Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий

Расположение венткамер и шахт в программах BIM проектирования. Основные принципы выбора системы вентиляции. Общеобменная вентиляция, противодымная вентиляция, местные отсосы. Нормативные документы. Материалы воздуховодов и оборудования. Нормативные документы.

5. Оформление документации с применением BIM программ

5.1. Оформление документации с применением BIM программ

Оформление стадии «П». Нормативная документация. Принцип составления принципиальных схем. Оформление стадии «Р». Нормативная документация. Принцип составления аксонометрических схем..

3.3. Темы практических занятий

1. • Тепловой расчет здания, определение тепловой нагрузки;
2. • Подбор отопительного оборудования с разбивкой по системам отопления. Выбор типов систем отопления;
3. • Расчет воздухообмена. Варианты подбора оборудования;
4. • Разбивка по системам вентиляции. Выбор типов систем вентиляции;
5. • Оформление документации. Принцип составления принципиальных схем, принцип составления аксонометрических схем. Оформление стадии «П». Нормативная документация. Оформление стадии «Р». Нормативная документация.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- 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.

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Тепловой режим зданий
2	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий
3	Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий
4	Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий
5	Оформление документации с применением BIM программ

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:							
Состав исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	ИД-1 _{ПК-1}			+			Контрольная работа/Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий
Требуемые параметры проектируемого объекта, климатические и геологические особенности его расположения	ИД-1 _{ПК-1}	+					Контрольная работа/Тепловой режим зданий
Функциональные возможности программного обеспечения информационного моделирования объектов капитального строительства	ИД-1 _{ПК-1}		+				Коллоквиум/Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий
Уметь:							
Анализировать современные принципиальные решения систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	ИД-1 _{ПК-1}				+		Коллоквиум/Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий
Определять возможность применения типовых проектных решений	ИД-1 _{ПК-1}					+	Проверочная работа/Оформление документации с применением BIM программ

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Абрамкина Д. В., Чуленев А. С., Агаханова К. М.- "Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования промышленных зданий", Издательство: "МИСИ – МГСУ", Москва, 2020 - (61 с.)
<https://e.lanbook.com/book/165204>;
2. А. Беккер- "Системы вентиляции", Издательство: "РИЦ Техносфера", Москва, 2007 - (252 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88984>;
3. Ю. Н. Дорошенко, В. С. Рекунов- "Проектирование вентиляции общественного здания", Издательство: "Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ)", Томск, 2017 - (108 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=693223>;

4. А. В. Толстых, Ю. Н. Дорошенко, В. В. Пенявский- "Автоматизированное проектирование систем отопления и вентиляции", Издательство: "Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ)", Томск, 2021 - (152 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=694443>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Компас 3D;
2. nanoCAD Plus;
3. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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 Scopus - <http://www.scopus.com>
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	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-209/14, Учебно-исследовательская лаборатория «Теплонасосные системы»; Учебно-демонстрационный пункт теплоснабжения; Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, инвентарь специализированный
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	В-209/7, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с

		выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые двойники в проектировании инженерных систем

(название 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 BIM программ (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	7	9	12	15
1	Тепловой режим зданий						
1.1	Тепловой режим зданий		+				
2	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий						
2.1	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий			+			
3	Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий						
3.1	Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий				+		
4	Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий						
4.1	Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий					+	
5	Оформление документации с применением BIM программ						
5.1	Оформление документации с применением BIM программ						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Цифровые двойники в проектировании инженерных систем

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

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

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	2	5	8	12	16
1	Тепловой режим зданий		+				
2	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий			+			
3	Параметры воздуха с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий				+		
4	Классификация и выбор системы вентиляции с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий					+	
5	Оформление документации с применением БИМ программ						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20