

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.01.01.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	2 семестр - 129,2 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:	
Экзамен	2 семестр - 0,4 часа;
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,4 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2026

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: - Состав исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; - Функциональные возможности программного обеспечения информационного моделирования объектов капитального строительства; - Требуемые параметры проектируемого объекта, климатические и геологические особенности его расположения. уметь: - Анализировать современные принципиальные решения систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; - Определять возможность применения типовых проектных решений.

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	24	2	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<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	24		4	-	4	-	-	-	-	-	16	-		
2	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми двойниками зданий	32		8	-	8	-	-	-	-	-	-	16		-
2.1	Классификация и выбор системы отопления с применением программ для работы с цифровыми	32		8	-	8	-	-	-	-	-	-	16		-

	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	8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<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	8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<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	8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<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	8	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<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	28	4	-	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	28	4	-	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	32	-	32	16	2	4	-	0.8	95.7	33.5		
	Итого за семестр	216.0	32	-	32	18		4		0.8	129.2			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. • Оформление документации. Принцип составления принципиальных схем, принцип составления аксонометрических схем. Оформление стадии «П». Нормативная документация. Оформление стадии «Р». Нормативная документация;
2. • Разбивка по системам вентиляции. Выбор типов систем вентиляции;
3. • Расчет воздухообмена. Варианты подбора оборудования;
4. • Подбор отопительного оборудования с разбивкой по системам отопления. Выбор типов систем отопления;
5. • Тепловой расчет здания, определение тепловой нагрузки.

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:							
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
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
Уметь:							
Определять возможность применения типовых проектных решений	ИД-1 _{ПК-1}					+	Проверочная работа/Оформление документации с применением БИМ программ
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

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