

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления; Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем; Энерго-, ресурсосбережение и экологическая безопасность промышленных предприятий; Автоматизированные системы управления объектами теплоэнергетики

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО**  
**ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	Формируемая участниками образовательных отношений (элективные дисциплины)
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	Б1.В.ДВ.01.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	1 семестр - 5
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	180
<b>Лекции</b>	1 семестр - 16 часов
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 16 часов
<b>Лабораторные работы</b>	учебным планом не предусмотрены
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	
групповые	1 семестр – 16 часов
индивидуальные	1 семестр – 4 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр – 91,7 часа
включая: курсовые проекты/работы	1 семестр – 51,7 часа
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
экзамен	1 семестр – 2,5 часа
защита курсового проекта/работы	1 семестр – 0,3 часа
<b>Контроль:</b>	
экзамен	1 семестр – 33,5 часа

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Профессор кафедры ФД, д.ф.-м.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)

  
(подпись)

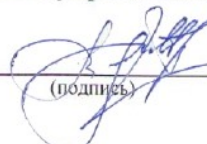
Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления

Заведующий НИЛ ЦТ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

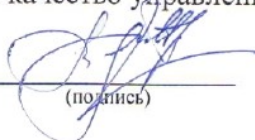
М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель научного содержания программы Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления

Заведующий НИЛ ЦТ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

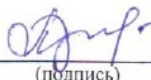
Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель научного содержания программы Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем

Заведующий кафедрой Энергетики,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Энерго-, ресурсосбережение и экологическая безопасность промышленных предприятий

Профессор кафедры Энергетики,  
д.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Руководитель научного содержания программы Энерго-, ресурсосбережение и экологическая безопасность промышленных предприятий

Профессор кафедры Энергетики,  
д.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

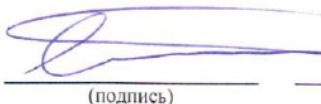
М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Автоматизированные системы управления объектами теплоэнергетики

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

Руководитель научного содержания программы Автоматизированные системы управления объектами теплоэнергетики

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** состоит в изучении методов моделирования и конструирования энергетических объектов и их элементов.

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение методов и принципов моделирования и конструирования систем.
- изучение типичных математических моделей объектов и процессов

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 участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ПК-1.1. Осуществляет сбор и анализ исходных данных для исследования энергообъектов	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основы моделирования,</li><li>– основы конструирования.</li><li>– основные понятия теории размерностей и подобия</li><li>– основные понятия теории теплообмена и теплопередачи</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– решать основные задачи теплообмена</li><li>– производить расчеты тепловых потоков и выбирать тип и геометрические размеры теплоэнергетических агрегатов</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на уровне бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Проблемы энергоресурсосбережения, экологическая безопасность», «Энерго-ресурсосбережение в системах энергоснабжения промышленных предприятий» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Основы моделирования	6	1	2	–	–	–	–	–	4	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 6-32, 83-89. [2] стр. 15-45.	
2	Основы конструирования	6	1	2	–	–	–	–	–	4	–	Изучение теоретического материала [3] стр. 9-57.	
3	Основы теории размерностей и подобия	10	1	2	4	–	–	–	–	4	–	Изучение теоретического материала [4] стр. 35-50.	
4	Уравнение теплопроводности и его решение	16	1	4	4	–	–	–	–	8	–	Изучение теоретического материала [5] стр. 307-338.	
5	Моделирование процессов теплопередачи	14	1	2	4	–	–	–	–	8	–	Изучение теоретического материала [6] стр. 31-89.	
6	Моделирование процессов в теплообменном аппарате	20	1	4	4	–	–	–	–	12	–	Изучение теоретического материала [6] стр. 502-527.	
	Курсовой проект/работа	72	1	–	–	–	16	4	0,3	51,7	–	Согласно графику выполнения	
	Экзамен	36	1	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	<b>Итого</b>	<b>180</b>					<b>16</b>	<b>4</b>	<b>2,8</b>	<b>91,7</b>	<b>33,5</b>		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 1 семестр

##### 1. Основы моделирования.

Моделирование. Классификация моделей. Математическое моделирование. Принципы моделирования. Метод аналогий. Формализация объектов исследования. Виды экспериментов.

##### 2. Основы конструирования

Организационно-правовые аспекты проектирования теплоэнергетических объектов. Этапы проектирования. Принципы конструирования. Критерии долговечности. Выбор материалов.

##### 3. Основы теории размерностей и подобия

Размерность и системы единиц. Основы теории подобия. Методы подобия в теории теплообмена. Примеры предварительных испытаний подобных моделей.

##### 4. Уравнение теплопроводности и его решение

Уравнение теплопроводности. Начальное и краевые условия. Уравнение теплопроводности в цилиндрических и сферических координатах. Метод Фурье решения уравнения теплопроводности на конечном отрезке. Одинаковый режим на границах. Задача теплопроводности в пластине с заданными температурами поверхностей. Диффузионное уравнение. Граничные условия. Задача Дирихле для круга. Стационарное распределение температуры в задачах с цилиндрической и сферической симметрией. Уравнение диффузии и его решение в простейших случаях.

##### 5. Моделирование процессов теплопередачи

Основные случаи теплообмена. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Распространение тепла конвекцией и характер течения жидкости. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен в неограниченном пространстве. Теплообмен в ограниченном пространстве. Теплообмен при вынужденной конвекции. Теплообмен при кипении. Теплообмен при конденсации

##### 6. Моделирование процессов в теплообменном аппарате

Назначение и виды теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы расчета теплообменного аппарата.

### 3.3. Темы практических занятий

#### 1 семестр

1. Основы теории размерностей и подобия (4 часа).
2. Уравнение теплопроводности и его решение (4 часа).
3. Моделирование процессов теплопередачи (4 часа).
4. Моделирование процессов в теплообменном аппарате (4 часа).

### 3.4. Темы лабораторных работ

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

### 3.5. РГР

Расчетно-графические работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Тепловой расчет теплообменного аппарата.

#### График выполнения курсовой работы

Учебная неделя	1	2	3	4	
Раздел курсового проекта	1	2	3, 4	5,6	Защита курсовой работы

Объем раздела, %	10	40	40	10	—
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	50	90	100	—

Номер раздела	Раздел курсовой работы
1	Ознакомление с заданием курсовой работы, методикой ее выполнения
2	Расчет теплообменного аппарата
3	Расчет температурного поля
4	Расчет диффузионного поля
5	Оформление результатов
6	Защита курсовой работы

### 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	6	
<b>знать:</b>								
основы моделирования	ПК-1.1	X						Тест «Основы моделирования»
основы конструирования	ПК-1.1		X					Тест «Организационные основы конструирования»
основные понятия теории размерностей и подобия	ПК-1.1			X				Тест «Основы теории размерностей и подобия»
основные понятия теории теплообмена и теплопередачи	ПК-1.1				X	X	X	Тест «Теплопередача»
<b>уметь:</b>								
решать основные задачи теплообмена	ПК-1.1	X	X	X				Контрольная работа «Теория размерности» Контрольная работа «Основы моделирования и конструирования»
производить расчеты тепловых потоков и выбирать тип и геометрические размеры теплоэнергетических агрегатов	ПК-1.1				X	X	X	Контрольная работа «Основы теплопередачи» Самостоятельная работа «Теплообмен» Выполнение и защита курсовой работы



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

#### **1 семестр**

1. Тест «Основы моделирования»
2. Тест «Организационные основы конструирования»
3. Тест «Основы теории размерностей и подобия»
4. Тест «Теплопередача»
5. Контрольная работа «Теория размерности»
6. Контрольная работа «Основы моделирования и конструирования»
7. Контрольная работа «Основы теплопередачи»
8. Самостоятельная работа «Теплообмен»
9. Выполнение и защита курсовой работы «Тепловой расчет теплообменного аппарата»

### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

#### **1 семестр**

Экзамен.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для магистрантов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для магистрантов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

В приложение к диплому выносятся оценка за 1 семестр и за курсовую работу.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 192 с. – ISBN 978-5-8114-1424-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76825>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Пащенко, Ф. Ф. Основы моделирования энергетических объектов / Ф. Ф. Пащенко, Г. А. Пикина. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 464 с. – ISBN 978-5-9221-1367-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5284>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Чернилевский, Д. В. Детали машин и основы конструирования: учебник / Д. В. Чернилевский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Машиностроение, 2012. – 672 с. – ISBN 978-5-94275-617-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5806>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б. А. Семенов. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 400 с.

5. Миносцев, В. Б. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие / В. Б. Миносцев, Н. А. Берков, В. Г. Зубков; под редакцией В. Б. Миносцева, Е. А. Пушкарь. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 3: Дифференци-

альные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации – 2013. – 528 с. – ISBN 978-5-8114-1560-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/30426>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Windows / Операционные системы семейства Linux; Office / Российский пакет офисных программ.

## **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

ЭБС Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com>

ЭБС «Университетская библиотека Online» <https://biblioclub.ru/>

Электронная библиотека НТБ МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

ЭБС «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель/проектор, персональный компьютер).

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Моделирование и конструирование энергетического оборудования

(название дисциплины)

**1 семестр**

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

КМ-1	Тест «Основы моделирования»
КМ-2	Тест «Организационные основы конструирования»
КМ-3	Тест «Основы теории размерностей и подобия»
КМ-4	Тест «Теплопередача»
КМ-5	Контрольная работа «Теория размерности»
КМ-6	Контрольная работа «Основы моделирования и конструирования»
КМ-7	Контрольная работа «Основы теплопередачи»
КМ-8	Самостоятельная работа «Теплообмен»

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

№ разд.	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	Экзамен
1	Основы моделирования		+					+			
2	Основы конструирования			+				+			
3	Основы теории размерностей и подобия				+		+				
4	Уравнение теплопроводности и его решение					+			+		
5	Моделирование процессов теплопередачи					+			+	+	
6	Моделирование процессов в теплообменном аппарате					+				+	
	Минимальный балл за КМ		3	3	3	3	7	7	7	7	20
	Максимальный балл за КМ		5	5	5	5	10	10	10	10	40

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование и конструирование энергетического оборудования и систем  
энергоснабжения

(название дисциплины)

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1    соблюдение графика выполнения КР
- КМ-2    соблюдение графика выполнения КР
- КМ-3    соблюдение графика выполнения КР
- КМ-4    соблюдение графика выполнения КР и качество оформления КР

Трудоемкость КП = 2 з.е.

Номер раздела	Раздел курсовой работы	Индекс КМ:	КМ –1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	1	2	3	4
1	Ознакомление с заданием курсовой работы, методикой ее выполнения		+			
2	Расчет теплообменного аппарата			+		
3	Расчет температурного поля				+	
4	Расчет диффузионного поля				+	
5	Оформление результатов					+
6	Защита курсовой работы					+
Минимальный балл за КМ			5	25	20	10
Максимальный балл за КМ			10	40	30	20