

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение

Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН**

|   |   |
|---|---|
| <b>Блок:</b>  | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                 |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                             | <b>Вариативная</b>                                  |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                              | <b>Б1.В.13.06.02</b>                                |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                            | <b>7 семестр - 4;</b>                               |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                             | <b>144 часа</b>                                     |
| <b>Лекции</b>   | <b>7 семестр - 32 часа;</b>                         |
| <b>Практические занятия</b>   | <b>7 семестр - 32 часа;</b>                         |
| <b>Лабораторные работы</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>              |
| <b>Консультации</b>   | <b>7 семестр - 2 часа;</b>                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                       | <b>7 семестр - 77,5 часа;</b>                       |
| <b>в том числе на КП/КР</b>   | <b>не предусмотрено учебным планом</b>              |
| <b>Иная контактная работа</b>                                       | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b> |
| <b>включая:</b><br><b>Тестирование</b><br><b>Контрольная работа</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                                    |   |
| <b>Экзамен</b>  | <b>7 семестр - 0,5 часа;</b>                        |

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                             |
|   | Владелец  | Петров П.Ю.                 |
|   | Идентификатор   | R653adc76-PetrovPY-f1c0c784 |

П.Ю. Петров


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                             |
|   | Владелец  | Петров П.Ю.                 |
|   | Идентификатор   | R653adc76-PetrovPY-f1c0c784 |

П.Ю. Петров

Заведующий выпускающей  
кафедрой

|   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                               |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                               |
|   | Владелец  | Драгунов В.К.                 |
|   | Идентификатор   | R75d71719-DragunovVK-00c02b9f |

В.К. Драгунов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ радиационного теплообмена и их применение при проектировании различных оптико-энергетических систем

### Задачи дисциплины

- овладение терминологией в области радиационного теплообмена;
- изучение основ физических процессов радиационного теплообмена;
- овладение основами расчета процессов радиационного теплообмена в различных средах.

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   |
|--|--|---|
| ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования  |  | знать:<br>- основы физических процессов радиационного теплообмена;<br>- терминологию, определения, физический смысл, размерности основных величин в области радиационного теплообмена и теплообмена.<br><br>уметь:<br>- использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования. |
| ПК-2 умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов |  | знать:<br>- методы расчета и анализа рабочих параметров в процессах радиационного теплообмена.<br><br>уметь:<br>- рассчитывать основные параметры процессов радиационного теплообмена в различных средах и системах.  |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № 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     | Основы радиационного теплообмена   | 20                    | 7       | 6  | -   | 6  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 | <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Основы радиационного теплообмена". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 7-16<br/>[2], 3-17<br/>[3], 425-441<br/>[4], 425-444</p>                        |
| 1.1   | Основные понятия и законы теплового излучения                              | 8                     |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 |   |
| 1.2   | Законы излучения черного тела  | 12                    |         | 4  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 |   |
| 2     | Радиационный теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой       | 40                    | 7       | 12   | -   | 12 | -            | - | -   | -  | -  | 16                | -                                 | <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Радиационный теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 16-35<br/>[3], 445-467<br/>[4], 445-471</p> |
| 2.1   | Угловые коэффициенты излучения   | 14                    |         | 4  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 6                 | -                                 |   |
| 2.2   | Лучистый теплообмен в замкнутой системе тел, заполненной прозрачной средой | 26                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |   |

|     |  |              |           |          |           |          |          |          |          |            |             |             |  |
|-----|--|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--|
| 3   | Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой | 48           | 14        | -        | 14        | -        | -        | -        | -        | -          | 20          | -           | <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 35-59<br/>[3], 472-489<br/>[4], 472-492</p> |
| 3.1 | Лучистый теплообмен в системе тел. заполненной излучающей и поглощающей средой                     | 24           | 8         | -        | 8         | -        | -        | -        | -        | -          | 8           | -           |  |
| 3.2 | Обобщённый угловой коэффициент излучения   | 24           | 6         | -        | 6         | -        | -        | -        | -        | -          | 12          | -           |  |
|     | Экзамен  | 36.0         | -         | -        | -         | -        | 2        | -        | -        | 0.5        | -           | 33.5        |  |
|     | <b>Всего за семестр</b>  | <b>144.0</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>2</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.5</b> | <b>44</b>   | <b>33.5</b> |  |
|     | <b>Итого за семестр</b>  | <b>144.0</b> | <b>32</b> | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>2</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.5</b> | <b>77.5</b> |             |  |

**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. Основы радиационного теплообмена

1.1. Основные понятия и законы теплового излучения  
Основные понятия и законы теплового излучения.

1.2. Законы излучения черного тела  
Законы излучения черного тела.

#### 2. Радиационный теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой

2.1. Угловые коэффициенты излучения  
Угловые коэффициенты излучения.

2.2. Лучистый теплообмен в замкнутой системе тел, заполненной прозрачной средой  
Лучистый теплообмен в замкнутой системе тел, заполненной прозрачной средой.

#### 3. Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой

3.1. Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной излучающей и поглощающей средой

Оптические свойства среды. Эффективная длина луча.

3.2. Обобщённый угловой коэффициент излучения  
Обобщённый угловой коэффициент излучения.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Законы излучения абсолютно черного тела;
2. Определение радиационных характеристик через эффективную длину луча;
3. Геометрические и результирующие угловые коэффициенты излучения;
4. Радиационный теплообмен в прозрачной оптической системе.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Основы радиационного теплообмена"
2. Обсуждение материалов по разделу "Радиационный теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой"
3. Обсуждение материалов по разделу "Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)   | Коды индикаторов   | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)   |
|--|--------------------|---|---|---|--|
|  |                    | 1   | 2 | 3 |  |
| <b>Знать:</b>  |                    |   |   |   |  |
| терминологию, определения, физический смысл, размерности основных величин в области радиационного теплообмена и тепломассообмена | ОПК-1(Компетенция) | +   |   |   | Контрольная работа/Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой  |
| основы физических процессов радиационного теплообмена  | ОПК-1(Компетенция) | +   |   |   | Тестирование/Основные характеристики абсолютно черного тела  |
| методы расчета и анализа рабочих параметров в процессах радиационного теплообмена  | ПК-2(Компетенция)  |   | + | + | Контрольная работа/Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной излучающей и поглощающей средой  |
| <b>Уметь:</b>  |                    |   |   |   |  |
| использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования   | ОПК-1(Компетенция) |   | + |   | Контрольная работа/Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной излучающей и поглощающей средой  |
| рассчитывать основные параметры процессов радиационного теплообмена в различных средах и системах                                | ПК-2(Компетенция)  |   |   | + | Тестирование/Основные характеристики абсолютно черного тела<br>Контрольная работа/Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой |



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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**7 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Основные характеристики абсолютно черного тела (Тестирование)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной излучающей и поглощающей средой (Контрольная работа)
2. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Костановский, А. В. Радиационный теплообмен : учебное пособие по курсу "Теоретические основы теплотехники" по направлению "Теплоэнергетика и основы теплотехники" и "Энергетическое машиностроение" / А. В. Костановский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 92 с. - ISBN 978-5-7046-2018-1 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10358>;
2. Костановский, А. В. Расчетные задания для самостоятельных занятий по радиационному теплообмену / А. В. Костановский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 18 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8874>;
3. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 562 с. - ISBN 978-5-383-00563-7 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4233>;
4. Григорьев Б.А. , Цветков Ф.Ф. - "Тепломассообмен", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (562 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72294](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72294).

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

3. SmathStudio.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
3. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование                                  | Оснащение  |
|---|--|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"                             | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"                             | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"                             | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой | стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный  |
| Помещения для консультирования  | Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"                             | парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | А-06а/2, Склад кафедры ТМ                                      | вешалка для одежды   |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиационный теплообмен

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Основные характеристики абсолютно черного тела (Тестирование)
- КМ-2 Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой (Контрольная работа)
- КМ-3 Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной излучающей и поглощающей средой (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|--|------------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 8    | 14   |
| 1             | Основы радиационного теплообмена   |            |      |      |      |
| 1.1           | Основные понятия и законы теплового излучения  |            |      | +    |      |
| 1.2           | Законы излучения черного тела  |            | +    |      |      |
| 2             | Радиационный теплообмен в системе тел, заполненной прозрачной средой                               |            |      |      |      |
| 2.1           | Угловые коэффициенты излучения   |            |      |      | +    |
| 2.2           | Лучистый теплообмен в замкнутой системе тел, заполненной прозрачной средой                         |            |      |      | +    |
| 3             | Радиационный теплообмен в замкнутой системе серых тел, заполненной поглощающей и излучающей средой |            |      |      |      |
| 3.1           | Лучистый теплообмен в системе тел, заполненной излучающей и поглощающей средой                     |            | +    | +    |      |
| 3.2           | Обобщённый угловой коэффициент излучения   |            |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |  |            | 30   | 30   | 40   |