

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
**ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ**

|                                                |                                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Блок:                                          | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| Часть образовательной программы:               | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану:                | Б1.Ч.07.02.04                                            |
| Трудоемкость в зачетных единицах:              | 6 семестр - 4;                                           |
| Часов (всего) по учебному плану:               | 144 часа                                                 |
| Лекции                                         | 6 семестр - 28 часа;                                     |
| Практические занятия                           | 6 семестр - 28 часа;                                     |
| Лабораторные работы                            | не предусмотрено учебным планом                          |
| Консультации                                   | 6 семестр - 2 часа;                                      |
| Самостоятельная работа                         | 6 семестр - 85,5 часа;                                   |
| в том числе на КП/КР                           | не предусмотрено учебным планом                          |
| Иная контактная работа                         | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| включая:<br>Контрольная работа<br>Тестирование |                                                          |
| Промежуточная аттестация:                      |                                                          |
| Экзамен                                        | 6 семестр - 0,5 часа;                                    |

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

---

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Рогалев А.Н.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

А.Н. Рогалев

---

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

---

|                                                                                   |                                                    |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|                                                                                   | Владелец                                           | Киндра В.О.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7 |

В.О. Киндра

---

Заведующий выпускающей  
кафедрой

---

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Рогалев А.Н.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

А.Н. Рогалев

---

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов численного моделирования физических процессов, протекающих в энергетических установках различного назначения, и освоение программных продуктов, предназначенных для моделирования физических процессов.

### Задачи дисциплины

- ознакомление с базовыми принципами и подходами к моделированию физических процессов;
- изучение областей применения методов численного моделирования в процессе проектирования энергетических установок;
- ознакомление с принципами разработки и/или модификации твердотельных моделей для проведения моделирования и принципами построения сеточных моделей для решения различных типов задач энергетического машиностроения;
- освоение программных комплексов, применяемых для моделирования физических процессов, протекающих в энергетических установках.

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-2 Способен применять информационные системы и технологии при проектировании и эксплуатации энергетических и технологических комплексов, их оборудования | ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов горения, протекающих в энергетических установках;</li><li>- методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках;</li><li>- методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках.</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках;</li><li>- использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов горения в энергетических установках;</li><li>- использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках.</li></ul> |

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 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.

| №<br>п/п | Разделы/темы<br>дисциплины/формы<br>промежуточной<br>аттестации                                                 | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                      |                                         | Содержание самостоятельной работы/<br>методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|-----|----|--------------|---|-----|----|----|----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                 |                          |         | Контактная работа                                                    |     |    |              |   |     |    | СР |                      |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|          |                                                                                                                 |                          |         | Лек                                                                  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в<br>семестре | Подготовка к<br>аттестации<br>/контроль |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| КПР      | ГК                                                                                                              | ИККП                     | ТК      |                                                                      |     |    |              |   |     |    |    |                      |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1        | 2                                                                                                               | 3                        | 4       | 5                                                                    | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                   | 14                                      | 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1        | Теоретические основы<br>моделирования<br>процессов<br>гидрогазодинамики в<br>энергетических<br>установках       | 32                       | 6       | 8                                                                    | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 16                   | -                                       | <b><u>Самостоятельное изучение<br/>теоретического материала:</u></b> Изучение<br>дополнительного материала по разделу<br>"Теоретические основы моделирования<br>процессов гидрогазодинамики в<br>энергетических установках"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу<br>"Теоретические основы моделирования<br>процессов гидрогазодинамики в<br>энергетических установках" подготовка к<br>выполнению заданий на практических<br>занятиях<br><b><u>Изучение материалов литературных<br/>источников:</u></b><br>[1], 17-36, 52-68, 300-351<br>[2], 183-199, 257-351 |
| 1.1      | Основные<br>характеристики<br>гидрогазодинамическ<br>их процессов в<br>элементах<br>энергетических<br>установок | 16                       |         | 4                                                                    | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                    | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.2      | Теоретические основы<br>ламинарных и<br>турбулентных<br>течений                                                 | 16                       |         | 4                                                                    | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                    | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2        | Теоретические основы<br>моделирования<br>процессов<br>теплообмена в<br>энергетических<br>установках             | 48                       |         | 12                                                                   | -   | 12 | -            | - | -   | -  | -  | 24                   | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2.1      | Теоретические основы<br>моделирования<br>процессов<br>теплопроводности                                          | 16                       |         | 4                                                                    | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                    | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2.2      | Теоретические основы                                                                                            | 16                       |         | 4                                                                    | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                    | -                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|     |                                                                                    |       |    |    |    |    |   |   |   |     |      |    |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|----|----|----|---|---|---|-----|------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | моделирования процессов конвекции                                                  |       |    |    |    |    |   |   |   |     |      |    | <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках" |                                                                                                                                                                                                                             |
| 2.3 | Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена                           | 16    |    | 4  | -  | 4  | - | - | - | -   | -    | 8  | -                                                                                                                                                                                                     | <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u><br>[3], 5-15, 71-105, 106-148<br>[4], 397-412, 421-427                                                                                                           |
| 3   | Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках   | 28    |    | 8  | -  | 8  | - | - | - | -   | -    | 12 | -                                                                                                                                                                                                     | <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках"                           |
| 3.1 | Основные характеристики процессов горения в элементах энергетического оборудования | 16    |    | 4  | -  | 4  | - | - | - | -   | -    | 8  | -                                                                                                                                                                                                     | <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 3.2 | Основы теории горения                                                              | 12    |    | 4  | -  | 4  | - | - | - | -   | -    | 4  | -                                                                                                                                                                                                     | <u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u> Повторение материала по разделу "Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках"                                                            |
|     | Экзамен                                                                            | 36.0  |    | -  | -  | -  | - | 2 | - | -   | 0.5  | -  | 33.5                                                                                                                                                                                                  | <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u><br>[5], 135-177<br>[6], 71-87, 171-218                                                                                                                           |
|     | Всего за семестр                                                                   | 144.0 |    | 28 | -  | 28 | - | 2 | - | -   | 0.5  | 52 | 33.5                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |
|     | Итого за семестр                                                                   | 144.0 | 28 | -  | 28 | 2  |   | - |   | 0.5 | 85.5 |    |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                             |

**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. Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках**

1.1. Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок

Классификация конструктивных элементов энергетического оборудования по типам гидрогазодинамических процессов. Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетического оборудования. Классификация гидравлических потерь. Методики определения потерь давления в типовых элементах арматуры.

1.2. Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений

Вязкость в потоках. Касательные напряжения в потоках. Пограничный слой. Профиль скорости. Ламинарный и турбулентный профиль скорости. Пульсации параметров потока. Турбулентные напряжения. Переход к турбулентному пограничному слою на плоской пластине. Выражения для профиля скорости в турбулентном пограничном слое. Профиль скорости в логарифмических координатах. Отрыв пограничного слоя.

#### **2. Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках**

2.1. Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности

Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач теплопроводности. Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач теплопроводности.

2.2. Теоретические основы моделирования процессов конвекции

Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач конвективного теплообмена. Аналитическое решение задач конвективного теплообмена. Численное решение задач конвективного теплообмена.

2.3. Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена

Основные понятия, гипотезы и уравнения, используемые при решении задач лучистого теплообмена. Аналитическое решение задач лучистого теплообмена. Численное решение задач лучистого теплообмена.

#### **3. Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках**

3.1. Основные характеристики процессов горения в элементах энергетического оборудования

Роль горения в технике. Организация рабочего процесса камер сгорания. Топлива для газотурбинных установок и их основные характеристики.

3.2. Основы теории горения

Принципы составления материального и теплового баланса процессов горения. Классификация пламен. Реакционные механизмы и принципы их упрощения. Основы химического равновесия процессов горения. Скорость химической реакции, формула Аррениуса. Скорость распространения пламени.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Численное моделирование течения в диффузорном канале;
2. Применение численного моделирования для расчета основных параметров химической кинетики: нормальной скорости распространения пламени, времени задержки зажигания;
3. Применение численного моделирования для расчета основных параметров химической кинетики: адиабатической температуры горения;
4. Численное моделирование течения в прямой трубе круглого поперечного сечения;
5. Численное моделирование течения в сопловой решетке турбомшины;
6. Разработка алгоритма автоматической обработки результатов теплогидравлических расчетов охлаждаемых каналов;
7. Влияние методов управления потоком на структуру течения в типовых каналах энергетического оборудования;
8. Численное моделирование течения в конфузорном канале;
9. Материальный и тепловой балансы процесса горения;
10. Численное моделирование гомогенного горения в жаровой трубе с применением многостадийного реакционного механизма;
11. Численный расчет процесса стационарной теплопроводности для плоской пластины в одномерной постановке;
12. Моделирование процесса стационарной теплопроводности для плоской пластины в двумерной постановке при граничных условиях 1-го рода;
13. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования;
14. Моделирование стационарного процесса вынужденной конвекции в охлаждаемом канале прямоугольного поперечного сечения с шахматным пучком штырьков в трехмерной сопряженной постановке;
15. Численное моделирование работы завихрительного устройства и процесса смешения топлива и окислителя;
16. Численное моделирование течения в конфузорном канале в периодичной постановке;
17. Численное моделирование гомогенного горения в жаровой трубе с применением одностадийного реакционного механизма;
18. Определение адиабатической температуры горения. Позонный тепловой расчет камеры сгорания;
19. Моделирование процесса лучистого теплообмена;
20. Реакторное моделирование камеры сгорания. Оценка эмиссионных характеристик.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках"

### 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 (тип и наименование)                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                         |                  | 1                                                 | 2 | 3 |                                                                                                                                                    |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                           |                  |                                                   |   |   |                                                                                                                                                    |
| методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках | ИД-2ПК-2         |                                                   | + |   | Контрольная работа/КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования |
| методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках       | ИД-2ПК-2         |                                                   | + |   | Контрольная работа/КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования |
| методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов горения, протекающих в энергетических установках           | ИД-2ПК-2         |                                                   |   | + | Тестирование/КМ-4. Процессы горения в энергетических установках                                                                                    |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                           |                  |                                                   |   |   |                                                                                                                                                    |
| использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках                 | ИД-2ПК-2         | +                                                 |   |   | Контрольная работа/КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования                                                     |
| использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов горения в энергетических установках                     | ИД-2ПК-2         |                                                   | + |   | Контрольная работа/КМ-3. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок                                  |
| использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках           | ИД-2ПК-2         | +                                                 |   |   | Контрольная работа/КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования                                                     |

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

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

**6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. КМ-3. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. КМ-4. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №6)

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

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

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

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

1. Зарянкин, А. Е. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей : учебник для вузов по направлению "Энергетическое машиностроение" и "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. Е. Зарянкин. – М. : Издательский дом МЭИ, 2014. – 590 с. – ISBN 978-5-383-00903-1;
2. Павловский В. А., Никущенко Д. В.- "Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (368 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/154392>;
3. Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М.- "Тепломассообмен", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (240 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/145855>;
4. Цирельман Н. М.- "Теория и прикладные задачи тепломассопереноса", (2-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (504 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/119624>;
5. Кулагин В. В., Кузьмичев В. С.- "Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ" К. 1, (5-е изд., испр.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2020 - (336 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/151080>;
6. Горение и течение в агрегатах энергоустановок: Моделирование, энергетика, экология / В. Г. Крюков, и др. ; Ред. В. Е. Алемасов. – М. : Янус, 1997. – 304 с. – ISBN 5-88929-015-5..

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Ansys / CAE Fidesys;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

## **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
17. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
18. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

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

| <b>Тип помещения</b>                                                    | <b>Номер аудитории, наименование</b> | <b>Оснащение</b>                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ш-206,<br>Лекционная аудитория       | стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий   |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Ш-205,<br>Компьютерный класс         | стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий |
| Учебные аудитории для                                                   | Ш-205,                               | стол преподавателя, стол компьютерный,                                                                                                                                                                |

|                                                           |                                           |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| проведения лабораторных занятий                           | Компьютерный класс                        | тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий                                        |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ш-205, Компьютерный класс                 | стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий |
| 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                            | Ш-206, Лекционная аудитория               | стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий   |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря  | Ш-107/2, Склад учебного инвентаря Ш-107/2 |                                                                                                                                                                                                       |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы математического моделирования гидродинамики и теплопередачи

(название дисциплины)

## 6 семестр

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

- КМ-1 КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-2 КМ-2. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины                                                                            | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|------|
|               |                                                                                              | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 14   |
| 1             | Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках   |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок |            | +    |      |      |      |
| 1.2           | Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений                                       |            | +    |      |      |      |
| 2             | Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках         |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности                                |            |      | +    | +    |      |
| 2.2           | Теоретические основы моделирования процессов конвекции                                       |            |      |      | +    |      |
| 2.3           | Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена                                     |            |      |      | +    |      |
| 3             | Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках             |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Основные характеристики процессов горения в элементах энергетического оборудования           |            |      |      |      | +    |
| 3.2           | Основы теории горения                                                                        |            |      |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |                                                                                              |            | 25   | 25   | 25   | 25   |