

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАГНЕТАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ**

|   |   |
|---|---|
| <b>Блок:</b>  | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>   | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>  | <b>Б1.Ч.07.02</b>   |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>  | <b>8 семестр - 3;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>   | <b>108 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>   | <b>8 семестр - 28 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>   | <b>8 семестр - 28 часа;</b>                                     |
| <b>Лабораторные работы</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>   | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>8 семестр - 51,7 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>Расчетно-графическая работа</b><br><b>Контрольная работа</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>  |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>  | <b>8 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Чусов С.И.                  |
|  | Идентификатор                                      | R4210572c-ChusovSI-7ebcd3e8 |

(подпись)

С.И. Чусов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Митрохова О.М.                 |
|  | Идентификатор                                      | R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867 |

(подпись)

О.М.

Митрохова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Грибин В.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | R44612ca0-GribinVG-8231e2ff |

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов действия, методик расчёта и основ проектирования и эксплуатации нагнетательных машин

### Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ рабочих процессов в проточных частях нагнетательных машин;
- освоение методик расчёта нагнетательных машин и анализа их основных характеристик;
- овладение основами проектирования и эксплуатации нагнетательных установок.

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 проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности                       | знать:<br>- теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них.<br><br>уметь:<br>- определять параметры нагнетательной установки.  |
| ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности                                   | знать:<br>- методики расчёта нагнетателя и сети;<br>- классификацию и принципы действия нагнетательных машин.<br><br>уметь:<br>- рассчитывать характеристику сети.  |
| ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструкционные решения | знать:<br>- принципы совместной работы нагнетателей на сеть;<br>- способы регулирования производительности нагнетателей;<br>- принципы пересчёта характеристик нагнетателей на иные параметры.<br><br>уметь:<br>- подбирать нужные нагнетатели в необходимом количестве для обеспечения потребностей сети;<br>- изменять производительность нагнетателей;<br>- пересчитывать нагнетатель на иные параметры. |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое 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 3 зачетных единицы, 108 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     | Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы   | 3                     | 8       | 1  | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 1                 | -                                 | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к текущему контролю: Тест «Классификация нагнетательных машин»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 21-44<br/>[2], стр. 8-21<br/>[3], стр. 24-71, 85-124</p> |   |  |
| 1.1   | Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы   | 3                     |         | 1  | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 1                 | -                                 |  |   |  |
| 2     | Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей | 14                    |         | 5  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 5                                 |  | - | <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к текущему контролю: Тест «Теория нагнетательных машин»</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 8-14, 44-76<br/>[2], стр. 29-60<br/>[3], стр. 15-24</p> |
| 2.1   | Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей | 14                    |         | 5  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 5                                 |  | - |  |
| 3     | Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей                 | 17                    |         | 5  | -   | 6  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 6                                 |  | - |  |
| 3.1   | Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей                 | 17                    |         | 5  | -   | 6  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 6                                 |  | - |  |

|     |   |      |   |   |   |   |   |   |   |     |   |      |  |
|-----|---|------|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|------|--|
|     |   |      |   |   |   |   |   |   |   |     |   |      | [1], стр. 180-194<br>[2], стр. 116-127   |
| 4   | Работа нагнетателя на сеть                            | 16   | 5 | - | 5 | - | - | - | - | -   | 6 | -    | <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b><br>Выполнение пп.1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»   |
| 4.1 | Работа нагнетателя на сеть                            | 16   | 5 | - | 5 | - | - | - | - | -   | 6 | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 14-17, 87-100<br>[2], стр. 289-292<br>[3], стр. 152-154  |
| 5   | Пересчёт нагнетателей по методу подобия               | 22   | 7 | - | 6 | - | - | - | - | -   | 9 | -    | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к контрольной работе: «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» |
| 5.1 | Пересчёт нагнетателей по методу подобия               | 22   | 7 | - | 6 | - | - | - | - | -   | 9 | -    | <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b><br>Выполнение пп.3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»  |
| 6   | Способы регулирования производительности нагнетателей | 11   | 3 | - | 4 | - | - | - | - | -   | 4 | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 76-87<br>[3], стр. 148-152   |
| 6.1 | Способы регулирования производительности нагнетателей | 11   | 3 | - | 4 | - | - | - | - | -   | 4 | -    | <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b><br>Выполнение пп.12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»   |
| 7   | Совместная работа нагнетателей на сеть                | 7    | 2 | - | 2 | - | - | - | - | -   | 3 | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 198-215<br>[2], стр. 289-292   |
| 7.1 | Совместная работа нагнетателей на сеть                | 7    | 2 | - | 2 | - | - | - | - | -   | 3 | -    | <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b><br>Выполнение пп.15,16 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»  |
|     | Зачет с оценкой                                       | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 100-139<br>[2], стр. 292-297<br>[3], стр. 163-169  |

|  |                         |              |  |           |          |           |          |          |          |            |            |             |             |  |
|--|-------------------------|--------------|--|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|--|
|  | <b>Всего за семестр</b> | <b>108.0</b> |  | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b>   | <b>0.3</b> | <b>34</b>   | <b>17.7</b> |  |
|  | <b>Итого за семестр</b> | <b>108.0</b> |  | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>34</b>  | <b>17.7</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. Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы

#### 1.1. Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы

Основные определения нагнетательных машин, классификация по рабочей среде, степени сжатия, по способу передачи энергии и принципу действия. Понятия подачи, напора, давления, удельной работы, мощности, КПД нагнетателя. Конструктивные схемы нагнетателей, их особенности, сферы применения и основные параметры.

### 2. Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей

#### 2.1. Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей

Уравнения сохранения применительно к процессам в насосах и вентиляторах. Уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера применительно к течению жидкости в проточной части центробежных нагнетателей. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного нагнетателя, параллелограммы скоростей. Теоретические характеристики центробежного нагнетателя. Параллелограммы скоростей для лопаток, загнутых назад, вперед и радиальных. Зависимость напора от подачи для разных углов  $\beta_2$ ; влияние угла  $\beta_2$  на зависимость мощности от подачи. Действительные характеристики центробежных насосов и вентиляторов, вид характеристик насосов с лопатками, загнутыми вперед и назад.

### 3. Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей

#### 3.1. Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей

Геометрические характеристики рабочих колёс центробежных насосов и вентиляторов. Определение основных размеров рабочих колёс центробежных насосов и вентиляторов. Особенности течения рабочего тела в спиральной камере и оценка оптимальной скорости течения. Расчёт спиральной камеры. Основные виды и причины потерь в нагнетателях. Расчёт гидравлического и полного КПД в центробежных насосах и вентиляторах. Порядок расчёта проточной части центробежных насосов и вентиляторов. Конструктивные схемы центробежных и осевых нагнетателей; их преимущества и недостатки. Особенности расчёта осевых нагнетателей. Осевое усилие в нагнетателе и способы его уравновешивания.

### 4. Работа нагнетателя на сеть

#### 4.1. Работа нагнетателя на сеть

Максимальная и допустимая высоты всасывания насоса. Формула Руднева. Способы увеличения максимальной высоты всасывания. Явление кавитации, причины её возникновения и меры, снижающие вероятность её возникновения. Понятие сети (системы). Расчёт сопротивления сети. Работа нагнетателя в системе. Рабочая точка.

### 5. Пересчёт нагнетателей по методу подобия

#### 5.1. Пересчёт нагнетателей по методу подобия

Геометрическое, кинематическое и динамическое подобия нагнетателей. Пересчёт характеристик (подачи, напора, мощности) при изменении частоты вращения, размеров нагнетателя и плотности жидкости. Безразмерные характеристики. Расчёт параметров насоса с использованием безразмерных характеристик. Удельное число оборотов и коэффициент быстроходности. Классификация рабочих колёс насоса по коэффициенту быстроходности.

### 6. Способы регулирования производительности нагнетателей

### 6.1. Способы регулирования производительности нагнетателей

Различные способы регулирования производительности нагнетателей, их схемы, характеристики, достоинства и недостатки.

## 7. Совместная работа нагнетателей на сеть

### 7.1. Совместная работа нагнетателей на сеть

Совместная работа нескольких машин на общую сеть. Параллельное и последовательное соединение насосов. Построение совместных характеристик. Устойчивость работы насосов и вентиляторов на сеть с разной аккумулирующей способностью, явление помпажа.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Определение вида и принципа действия нагнетателя (1 час);
2. Определение параметров насосных установок различных схем (2 часа);
3. Построение параллелограммов скоростей центробежного нагнетателя, определение теоретических характеристик центробежного нагнетателя (2 часа);
4. Построение действительных размерных характеристики нагнетателя с помощью таблицы параметров или функции (2 часа);
5. Определение основных размеров рабочих колёс центробежных насосов и вентиляторов (2 часа);
6. Расчёт допустимой высоты всасывания насоса (2 часа);
7. Расчёт сопротивления сети. Построение характеристики сети (3 часа);
8. Пересчёт размерных характеристик нагнетателя при изменении частоты вращения, размеров нагнетателя и плотности жидкости (2 часа);
9. Пересчёт безразмерных характеристик нагнетателя при изменении частоты вращения, размеров нагнетателя и плотности жидкости (4 часа);
10. Определение коэффициента быстроходности насоса, определение класса насоса по коэффициенту быстроходности (2 часа);
11. Определение параметров нагнетателя при различных способах регулирования производительности (4 часа);
12. Построение совместной характеристики нескольких нагнетателей, соединённых параллельно или последовательно (2 часа).

## **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

## **3.5 Консультации**

## **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<br>(в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование) |  |
|---|------------------|--|---|---|---|---|---|---|--|--|
|   |                  | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |  |   |   |   |   |   |   |  |  |
| теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них | ИД-1ПК-1         |  | + |   |   |   |   |   |  | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»<br>Тестирование/Тест «Потери в нагнетателях»<br>Тестирование/Тест «Теория нагнетательных машин»                                       |
| классификацию и принципы действия нагнетательных машин                              | ИД-2ПК-1         | +  |   |   |   |   |   |   |  | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»<br>Тестирование/Тест «Классификация нагнетательных машин»   |
| методики расчёта нагнетателя и сети   | ИД-2ПК-1         |  |   |   | + |   |   |   |  | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»   |
| принципы пересчёта характеристик нагнетателей на иные параметры                     | ИД-5ПК-1         |  |   |   |   | + |   |   |  | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»<br>Контрольная работа/Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» |
| способы регулирования производительности нагнетателей                               | ИД-5ПК-1         |  |   |   |   |   | + |   |  | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»   |
| принципы совместной работы нагнетателей на сеть                                     | ИД-5ПК-1         |  |   |   |   |   |   | + |  | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»   |

| <b>Уметь:</b>   |          |  |  |   |   |   |   |   |   |
|---|----------|--|--|---|---|---|---|---|---|
| определять параметры нагнетательной установки   | ИД-1ПК-1 |  |  | + |   |   |   |   | Расчетно-графическая работа/Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»  |
| рассчитывать характеристику сети  | ИД-2ПК-1 |  |  |   | + |   |   |   | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»  |
| пересчитывать нагнетатель на иные параметры   | ИД-5ПК-1 |  |  |   |   | + |   |   | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»<br>Контрольная работа/Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса»  |
| изменять производительность нагнетателей  | ИД-5ПК-1 |  |  |   |   |   | + |   | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»<br>Контрольная работа/Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» |
| подбирать нужные нагнетатели в необходимом количестве для обеспечения потребностей сети | ИД-5ПК-1 |  |  |   |   | + | + | + | Расчетно-графическая работа/Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»  |

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

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

#### **8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
3. Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
4. Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
5. Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
6. Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» (Контрольная работа)
7. Тест «Классификация нагнетательных машин» (Тестирование)
8. Тест «Потери в нагнетателях» (Тестирование)
9. Тест «Теория нагнетательных машин» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Поляков, В. В. Насосы и вентиляторы : учебник для вузов по специальности "Теплоснабжения и вентиляция" / В. В. Поляков, Л. С. Скворцов . – М. : Стройиздат, 1990 . – 336 с. - ISBN 5-274-01021-0 .;
2. Ломакин, А. А. Центробежные и осевые насосы / А. А. Ломакин . – 2-е изд., перераб. и доп . – Л. : Машиностроение, 1966 . – 364 с.;
3. А. Н. Шерстюк- "Насосы, вентиляторы и компрессоры", Издательство: "Высшая школа", Москва, 1972 - (343 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561897>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

### 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. 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 | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                              | сервер, кондиционер  |
|   | П-20, Учебная аудитория                              |  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                              | сервер, кондиционер  |
|   | П-20, Учебная аудитория                              |  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                              | сервер, кондиционер  |
|   | П-20, Учебная аудитория                              |  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-303, Компьютерный читальный зал                  | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
|   | П-28, Комната для самостоятельных занятий студентов  |  |
| Помещения для консультирования  | П-35, Кабинет сотрудников каф. ПГТ (доц. Чусов С.И.) |  |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | П-05/1, Помещение для учебного инвентаря             |  |
|   | П-03/3, Подсобное                                    |  |

|  |           |  |
|--|-----------|--|
|  | помещение |  |
|--|-----------|--|

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Нагнетательные машины

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Тест «Классификация нагнетательных машин» (Тестирование)
- КМ-2 Тест «Теория нагнетательных машин» (Тестирование)
- КМ-3 Тест «Потери в нагнетателях» (Тестирование)
- КМ-4 Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» (Контрольная работа)
- КМ-7 Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-8 Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-9 Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 2    | 4    | 6    | 8    | 9    | 10   | 10   | 11   | 12   |
| 1             | Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы   |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы   |            | +    |      |      |      |      |      |      |      | +    |
| 2             | Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей |            |      | +    | +    |      |      |      |      |      | +    |
| 3             | Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей                 |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

|            |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |
|------------|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|
| 3.1        | Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей |   |    |   | + |    |    |    |    |    |
| 4          | Работа нагнетателя на сеть                                |   |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 4.1        | Работа нагнетателя на сеть                                |   |    |   |   | +  |    |    |    |    |
| 5          | Пересчёт нагнетателей по методу подобия                   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 5.1        | Пересчёт нагнетателей по методу подобия                   |   |    |   |   |    | +  |    | +  | +  |
| 6          | Способы регулирования производительности нагнетателей     |   |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 6.1        | Способы регулирования производительности нагнетателей     |   |    |   |   |    | +  | +  |    | +  |
| 7          | Совместная работа нагнетателей на сеть                    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |
| 7.1        | Совместная работа нагнетателей на сеть                    |   |    |   |   |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ, %: |   | 5 | 10 | 5 | 5 | 15 | 10 | 15 | 15 | 20 |