

**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: Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ**  
**ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 65,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Титова Ж.О.
	Идентификатор	R299fd28f-TitovaZO-fc92fa99

(подпись)

Ж.О. Титова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Почернина Н.И.
	Идентификатор	R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd47938

(подпись)

Н.И. Почернина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение структурных схем тепловых и атомных электростанций и тепловых сетей, параметров, конструкций и особенностей расчета, проектирования и эксплуатации насосного оборудования, обеспечивающего нормальное функционирование основных гидросистем технологического цикла ТЭС и АЭС

### Задачи дисциплины

- изучение гидросистем основного технологического цикла тепловых и атомных электростанций, состав и назначение входящего в них оборудования;
- ознакомление с требованиями, предъявляемыми к насосному оборудованию ТЭС и АЭС и способами удовлетворения этих требований;
- ознакомление с основными проблемами, возникающими при эксплуатации лопастных насосов в обслуживаемых гидросистемах электростанций, и способах их разрешения с оценкой их энергетической и экономической эффективности;
- углубленное ознакомление с современными способами повышения антикавитационных качеств энергетических насосов;
- приобретение практических навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при разработке элементов проточной части и при выполнении разгрузки от усилий гидравлического происхождения узлов и деталей лопастных насосов.

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 к конструкторской деятельности в сфере автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - закономерности процессов, происходящих в ТЭС и АЭС.
ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Выполняет расчеты элементов объектов профессиональной деятельности	уметь: - осуществлять расчеты элементов насосного оборудования ТЭС и АЭС.
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструкционные решения	знать: - влияния условий работы ТЭС и АЭС на принимаемые конструкционные решения насосного оборудования.
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Принимает обоснованные технические решения при создании объекта профессиональной	уметь: - принимать обоснованные технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	деятельности	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты (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	общие сведения о ТЭС и АЭС	16	8	6	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения материала необходимо выучить термины и определения по ТЭС и АЭС <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 7-19, 24-26 [7], 39-49	
1.1	Виды и роль насосного оборудования, применяемого в электроэнергетике	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Общие сведения о тепловых электростанциях	5		2	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
1.3	Общие сведения об атомных электростанциях	5		2	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
2	элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС	16		4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 240-257 [4], 355-373 [7], 72-106 [8], 25-34
2.1	Принципиальные схемы насосного оборудования ТЭС и АЭС	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Классификация и требования к энергетическим насосам	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
3	конструктивное исполнение узлов деталей энергетических	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Повторение материала по разделу "конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС"

	насосов ТЭС и АЭС												<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 276-300 [6], 48-62 [7], 59-72
3.1	Конструктивное исполнение узлов энергетических насосов	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
3.2	Конструктивное исполнение деталей энергетических насосов	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
4	технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС	46	14	-	10	-	-	-	-	22	-		<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу
4.1	Питательные насосы паровых котлов ТЭС и парогенераторов АЭС	16	6	-	4	-	-	-	-	6	-		"технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.2	Конденсатные насосы	12	4	-	2	-	-	-	-	6	-		<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>
4.3	Сетевые насосы	9	2	-	2	-	-	-	-	5	-		<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение
4.4	Главные циркуляционные насосы	9	2	-	2	-	-	-	-	5	-		дополнительного материала по разделу "технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		[1], 398-406 [2], 78-110 [4], 280-283 [5], 206-238, 247-276 [7], 106-121
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	0.3	48	17.7		
	Итого за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	0.3	65.7			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. общие сведения о ТЭС и АЭС

#### 1.1. Виды и роль насосного оборудования, применяемого в электроэнергетике

Общие сведения о наиболее распространенных типах энергетических насосов. Рассмотрение вопросов применения насосов различных типов, насосных агрегатов, используемых в технологических схемах электростанций. Эксплуатация насосного оборудования, обеспечивающего нормальное функционирование основных гидросистем технологического цикла ТЭС и АЭС..

#### 1.2. Общие сведения о тепловых электростанциях

Теплофикационные насосные станции. Центральные котельные и теплоэлектроцентрали, на которых обычно устанавливаются сетевые насосы. Теплофикационные сети с тепловыми пунктами, в которых устанавливаются насосы, подающие горячую воду непосредственно потребителю..

#### 1.3. Общие сведения об атомных электростанциях

Ядерная энергетика. Ядерная энергетика как область науки и техники, в которой разрабатываются методы и средства преобразования ядерной энергии в электрическую и тепловую. Атомные электростанции, на которых ядерная энергия преобразуется прежде всего в электрическую энергию. Основное насосное оборудование АЭС. Циркуляция в замкнутых контурах..

### 2. элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС

#### 2.1. Принципиальные схемы насосного оборудования ТЭС и АЭС

Питательные насосы с электро и турбоприводом. Тип привода определяется условиями работы ТЭС. Основное насосное оборудование АЭС обеспечивающее циркуляцию теплоносителя, рабочего тела и охлаждающей среды. Одноконтурные, двухконтурные, не полностью двухконтурные и трехконтурные АЭС..

#### 2.2. Классификация и требования к энергетическим насосам

На электрических станциях применяются насосы свыше 20 наименований . Классификация насосов по наиболее важным признакам: по принципу действия, по свойствам перекачиваемой жидкости, по назначению и т.д. Технические требования, предъявляемые к энергетическим насосам ТЭС и АЭС (питательным, конденсатным, сетевым и др.)..

### 3. конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС

#### 3.1. Конструктивное исполнение узлов энергетических насосов

Принципы конструирования и изготовления основных узлов и деталей насосов. Многоступенчатые насосы с односторонним расположением рабочих колес. Уравновешивание осевого усилия. Узел гидравлической разгрузки осевого усилия..

#### 3.2. Конструктивное исполнение деталей энергетических насосов

Основные факторы определяющие конструкцию корпуса насоса. Корпусные детали ротора, уплотнения насоса, подшипниковые опоры и т.д. Три типа конструкции корпуса для энергетических насосов..

#### 4. технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС

##### 4.1. Питательные насосы паровых котлов ТЭС и парогенераторов АЭС

Назначение питательных насосов. Функции питательных насосов в тепловой схеме современной электростанции..

##### 4.2. Конденсатные насосы

Назначение конденсатных насосов. Конденсатные насосы с минимальным располагаемым кавитационным запасом..

##### 4.3. Сетевые насосы

Назначение сетевых насосов. Насосы первого и второго подъема. Особенности работы сетевых насосов..

##### 4.4. Главные циркуляционные насосы

Назначение главных циркуляционных насосов (ГЦН) . Принудительная циркуляция в паровых котлах ТЭС с крупными энергоблоками  $N > 500$  МВт. Принудительная циркуляция в испарительных поверхностях нагрева парогенератора парогазовых установок (ПГУ)..

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

1. Расчет разгрузочного устройства от осевой силы;
2. Расчет осевого усилия, действующего на рабочее колесо;
3. Определение углов входа и выхода лопастной системы на расчетных поверхностях в про-точной части рабочего колеса и построение треугольников скоростей;
4. Последующее уточнение основных размеров рабочего колеса;
5. Предварительное определение основных размеров рабочего колеса;
6. Оценка полного и гидравлического КПД насоса при его разработке на заданные расчетные параметры;
7. Выбор количества ступеней многоступенчатого насоса.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "общие сведения о ТЭС и АЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС"

### **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 (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
закономерности процессов, происходящих в ТЭС и АЭС	ИД-2ПК-1	+				Тестирование/Общие сведения о ТЭС и АЭС
влияния условий работы ТЭС и АЭС на принимаемые конструкционные решения насосного оборудования	ИД-1ПК-2			+		Контрольная работа/Конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС
<b>Уметь:</b>						
осуществлять расчеты элементов насосного оборудования ТЭС и АЭС	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/Элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС
принимать обоснованные технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС	ИД-3ПК-2				+	Контрольная работа/Технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС

## **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: Компьютерное задание

1. Общие сведения о ТЭС и АЭС (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС (Контрольная работа)
2. Технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС (Контрольная работа)
3. Элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

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 приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр

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. Зорин, В. М. Атомные электростанции. Основной технологический процесс : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления "Техническая физика" / В. М. Зорин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 304 с. - ISBN 978-5-383-00322-0 .;
2. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : Учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 7-е изд., стереотип . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 472 с. - ISBN 5-7046-0703-9 .;
3. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции : Учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Рыжкин ; Ред. В. Я. Гиршфельд . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 328 с.;
4. Будов, В. М. Насосы АЭС : учебное пособие для инженерно-физических специальностей вузов / В. М. Будов . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 408 с.;
5. Лопастные насосы : справочник / В. А. Зимницкий, и др. – Л. : Машиностроение, 1986 . – 334 с.;
6. Марцинковский, В. П. Насосы атомных электростанций / В. П. Марцинковский, П. Н. Ворона . – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 256 с.;
7. Малюшенко, В. В. Энергетические насосы : справочное пособие / В. В. Малюшенко, А. К. Михайлов . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 200 с.;

8. Моргунов К. П. - "Насосы и насосные станции", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (308 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/111207>.

### 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. Антиплагиат ВУЗ.

### 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. 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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для самостоятельной работы	Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. "ГГМ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для консультирования	Г-219/2, Преподавательская	кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
	Г-208, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол

		письменный, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-05, Мастерская каф. "ГГМ"	стеллаж для хранения инвентаря

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Насосное оборудование тепловых и атомных электростанций

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Общие сведения о ТЭС и АЭС (Тестирование)
- КМ-2 Элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС (Контрольная работа)
- КМ-3 Конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС (Контрольная работа)
- КМ-4 Технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	6	8	13
1	общие сведения о ТЭС и АЭС					
1.1	Виды и роль насосного оборудования, применяемого в электроэнергетике		+			
1.2	Общие сведения о тепловых электростанциях		+			
1.3	Общие сведения об атомных электростанциях		+			
2	элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС					
2.1	Принципиальные схемы насосного оборудования ТЭС и АЭС			+		
2.2	Классификация и требования к энергетическим насосам			+		
3	конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС					
3.1	Конструктивное исполнение узлов энергетических насосов				+	
3.2	Конструктивное исполнение деталей энергетических насосов				+	
4	технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС					
4.1	Питательные насосы паровых котлов ТЭС и парогенераторов АЭС					+
4.2	Конденсатные насосы					+
4.3	Сетевые насосы					+

4.4	Главные циркуляционные насосы				+	
		Вес КМ, %:	20	30	20	30