

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 2023

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 _{ПК-1} 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 _{ПК-1} 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 _{ПК-2} 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 _{ПК-2} 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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Для освоения материала необходимо выучить термины и определения по ТЭС и АЭС <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу элементы насосного оборудования ТЭС и АЭС и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Повторение материала по разделу "конструктивное исполнение узлов деталей энергетических насосов ТЭС и АЭС"

	насосов ТЭС и АЭС												<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "технические решения при создании насосного оборудования ТЭС и АЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 398-406 [2], 78-110 [4], 280-283 [5], 206-238, 247-276 [7], 106-121
4.1	Питательные насосы паровых котлов ТЭС и парогенераторов АЭС	16	6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
4.2	Конденсатные насосы	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
4.3	Сетевые насосы	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
4.4	Главные циркуляционные насосы	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	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. Выбор количества ступеней многоступенчатого насоса;
2. Оценка полного и гидравлического КПД насоса при его разработке на заданные расчетные параметры;
3. Предварительное определение основных размеров рабочего колеса;
4. Последующее уточнение основных размеров рабочего колеса;
5. Определение углов входа и выхода лопастной системы на расчетных поверхностях в про-точной части рабочего колеса и построение треугольников скоростей;
6. Расчет осевого усилия, действующего на рабочее колесо;
7. Расчет разгрузочного устройства от осевой силы.

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	
Знать:						
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
Уметь:						
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
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