

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: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ГИДРОДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хохлов Д.А.
	Идентификатор	Rcd28c4cd-KhokhlovDA-41257daf

(подпись)

Д.А. Хохлов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение физических процессов, происходящих при движении среды в элементах энергетических установках, и их влияния на надежность работы оборудования.

Задачи дисциплины

- особенности стационарного движения в трубных элементах и проблемы надёжности, с ними связанные;
- изучить физические процессы, происходящие в контуре естественной циркуляции, способы их описания и проблемы обеспечения надёжности элементов энергетических установок;
- приобрести умение рассчитать надёжность контура естественной циркуляции и определить влияние различных факторов на его работу;
- изучить физические процессы, происходящие при принудительном движении среды в элементах с принудительным движением среды, рекомендации по проектированию различных элементов энергетических 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 к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-3 _{ПК-1} Выполняет расчеты элементов объектов профессиональной деятельности	уметь: - рассчитать характеристики среды и надёжность контура естественной циркуляции и определить влияние различных факторов на его работу.
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ИД-4 _{ПК-2} Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - особенности стационарного движения в трубных элементах и проблемы надёжности, с ними связанные; - физические процессы, происходящие в контуре естественной циркуляции, способы их описания и проблемы обеспечения надёжности элементов энергетических установок; - физические процессы, происходящие при принудительном движении среды в элементах с принудительным движением среды, рекомендации по проектированию различных элементов энергетических установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах	20	7	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 8-20, 26-30, 66-69, 78-81
1.1	1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
2	2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды	52		14	-	14	-	-	-	-	-	24	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 50-57, 81-87 [2], 22-25, 42-50, 57-60, 87-99
2.1	2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды	52		14	-	14	-	-	-	-	-	24	-	
3	3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем	36		12	-	12	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 50-57, 81-87 [3], 131-142
3.1	3. Гидродинамика систем с принудительным	36	12	-	12	-	-	-	-	-	12	-		

	движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем												
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32		2		-	0.5		77.5	

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. 1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах

1.1. 1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах

Структура двухфазных потоков пароводяной среды при различных параметрах для вертикальной и горизонтальной труб. Характеристики и параметры двухфазных сред. Расчётные формулы. Расчёт средних характеристик для обогреваемых элементов. Условия работы элементов пароводяного тракта, коэффициенты разверки, неравномерности, конструктивной нетождественности. Гидравлические сопротивления элементов при установившемся течении среды в условиях обогрева для одно- и двухфазной сред. Расчёт гидравлических сопротивлений сложных систем. Коллекторный эффект..

2. 2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды

2.1. 2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды

Физическая сущность принципа естественной циркуляции. Кратность циркуляции. Движущий и полезный напоры. Особенности расчёта отдельных участков контура циркуляции. Решение уравнения циркуляции. Полная диаграмма циркуляции. Надёжность циркуляции. Особенности расчёта естественной циркуляции в ПГ АЭС. Многократная принудительная циркуляция. Закономерность перехода примесей из воды в пар. Методы получения чистого пара: ступенчатое испарение, промывка пара и сепарация пара. Основы гравитационно-осадительной и инерционной сепарации. Непрерывная и периодическая продувка. Конструкции барабанов и сепарационных устройств..

3. 3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем

3.1. 3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем

Гидравлическая нестабильность парогенерирующих змеевиков и их гидравлические характеристики. Влияние различных факторов на гидравлическую характеристику змеевиков. Построение гидравлических характеристик парогенерирующих систем. Гидродинамические характеристики U и П элементов. Влияние различных факторов. Построение гидродинамических характеристик сложных компоновок змеевиков. Устойчивость движения среды в парогенерирующих элементах и факторы, повышающие устойчивость. Методы повышающие надёжность работы парообразующих элементов. Пульсации потока пароводяной смеси в трубных элементах и методы борьбы с ними..

3.3. Темы практических занятий

1. 1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах;
2. 2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды;
3. 3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем"

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	
Знать:					
физические процессы, происходящие при принудительном движении среды в элементах с принудительным движением среды, рекомендации по проектированию различных элементов энергетических установок	ИД-4ПК-2			+	Тестирование/Тест «Принудительная циркуляция. Рекомендации по проектированию гидравлических систем»
физические процессы, происходящие в контуре естественной циркуляции, способы их описания и проблемы обеспечения надёжности элементов энергетических установок	ИД-4ПК-2		+		Тестирование/Тест «Естественная циркуляция. Методы получения чистого пара»
особенности стационарного движения в трубных элементах и проблемы надёжности, с ними связанные	ИД-4ПК-2	+			Тестирование/Тест «Стационарное движение в трубных элементах»
Уметь:					
рассчитать характеристики среды и надёжность контура естественной циркуляции и определить влияние различных факторов на его работу	ИД-3ПК-1		+		Расчетно-графическая работа/Выполнение расчётного задания /Защита расчётно-графической работы Расчетно-графическая работа/Своевременное выполнение расчёта напорного паросодержания в расчётном задании

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчётно-графической работы ()

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест «Естественная циркуляция. Методы получения чистого пара» (Тестирование)
2. Тест «Принудительная циркуляция. Рекомендации по проектированию гидравлических систем» (Тестирование)
3. Тест «Стационарное движение в трубных элементах» (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выполнение расчётного задания (Расчётно-графическая работа)

Форма реализации: Соблюдение графика выполнения задания

1. Своевременное выполнение расчёта напорного паросодержания в расчётном задании (Расчётно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Плешанов, К. А. Исследование работы контура естественной циркуляции : учебное пособие по курсу "Гидродинамика энергетических установок" по направлению "Энергетическое машиностроение" / К. А. Плешанов, Д. А. Хохлов . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1563-7 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7271;
2. Гидравлический расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / и др. ; Ред. В. А. Локшин . – М. : Энергия, 1978 . – 256 с.;
3. П. А. Петров- "Гидродинамика прямоточного котла", Издательство: "Государственное энергетическое издательство", Москва, Ленинград, 1960 - (168 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222572>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Boiler Designer.

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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
13. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

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	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Д-323, Помещение каф. МиПЭУ	стол, стул, шкаф
Помещения для консультирования	Д-320, Кабинет сотрудников каф. "МиПЭУ"	рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-305, Склад кафедры МиПЭУ	стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидродинамика энергетических установок

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Стационарное движение в трубных элементах» (Тестирование)
- КМ-2 Своевременное выполнение расчёта напорного паросодержания в расчётном задании (Расчётно-графическая работа)
- КМ-3 Тест «Естественная циркуляция. Методы получения чистого пара» (Тестирование)
- КМ-4 Выполнение расчётного задания (Расчётно-графическая работа)
- КМ-5 Тест «Принудительная циркуляция. Рекомендации по проектированию гидравлических систем» (Тестирование)
- КМ-6 Защита расчётно-графической работы

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	8	10	12	15	16
1	1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах							
1.1	1. Стационарное движение однофазных и двухфазных сред в трубных элементах		+					
2	2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды							
2.1	2. Гидродинамика систем с естественной циркуляцией среды			+	+	+		+
3	3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем							
3.1	3. Гидродинамика систем с принудительным движением среды. Рекомендации по проектированию гидравлических систем						+	
Вес КМ, %:			15	15	15	15	15	25