

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТМО


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Домашнее задание	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Захаров С.В.
	Идентификатор	Rf33d8a54-ZakharovSV-66ed7042

(подпись)

С.В. Захаров

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

(подпись)

М.В. Горелов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины является изучение способов решения нижеперечисленных задач тепломассообмена в двухфазных неадиабатных потоках, возникающих при выработке технических решений по эффективному отводу теплоты от различного рода тепловыделяющего оборудования

Задачи дисциплины

- Определение параметров закипания жидкостей в различных условиях;
- Определение коэффициента теплоотдачи при кипении жидкостей;
- Определение критической плотности теплового потока при пузырьковом кипении в каналах в области малых скоростей;
- Определение критической плотности теплового потока при пузырьковом кипении в каналах в области больших скоростей.

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-3 Способен использовать научные методы и современное программное обеспечение при расчете, проектировании и оптимизации оборудования систем энергообеспечения, обеспечения жизнедеятельности и технологических систем при проектировании и выборе оптимальных режимов работы	ИД-2 _{ПК-3} Применяет методы математического моделирования и современные компьютерные программы при расчете и выборе конструкций и режимов работы оборудования	знать: - методики расчетов параметров закипания жидкостей; - методики расчетов теплоотдачи при кипении. уметь: - применять современные компьютерные программы при расчете параметров закипания жидкостей, теплоотдачи при кипении; - применять современные компьютерные программы при расчете критической плотности теплового потока.
ПК-4 Способен рассчитывать и проектировать системы обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы	ИД-2 _{ПК-4} Проводит тепловые и гидравлические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники и систем обеспечения тепловых режимов работы оборудования	знать: - методики расчетов критической плотности теплового потока в различных условиях. уметь: - производить тепловые расчеты элементов систем охлаждения тепловыделяющего оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы тепло- и массообмена
- уметь Производить расчеты интенсивности теплоотдачи в различных условиях

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	Определение параметров закипания жидкостей	51	2	9	-	18	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка отчета о выполнении домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Определение параметров закипания жидкостей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Определение параметров закипания жидкостей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 3-27 [4], 90-104</p>
1.1	Фазовые переходы и фазовые диаграммы веществ	17		3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
1.2	Парообразование в объеме перегретой жидкости (гомогенное зародышеобразование)	17		3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
1.3	Парообразование на твердой поверхности (гетерогенное зародышеобразование)	17		3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
2	Теплообмен при кипении жидкостей	17		3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
2.1	Методики расчета теплоотдачи при кипении	17	3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка отчета о выполнении домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Теплообмен при кипении жидкостей" материалу. Дополнительно студенту необходимо</p>	

													изучить литературу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплообмен при кипении жидкостей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 32-42
3	Кризис теплоотдачи при кипении жидкостей	22	4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка отчета о выполнении домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Кризис теплоотдачи при кипении жидкостей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Кризис теплоотдачи при кипении жидкостей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 3-47
3.1	Методики расчета критической плотности теплового потока в каналах	22	4	-	8	-	-	-	-	-	10	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	59.7		

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. Определение параметров закипания жидкостей

- 1.1. Фазовые переходы и фазовые диаграммы веществ
Кривые кипения жидкостей.
- 1.2. Парообразование в объеме перегретой жидкости (гомогенное зародышеобразование)
Расчет предельного перегрева жидкости.
- 1.3. Парообразование на твердой поверхности (гетерогенное зародышеобразование)
Методика расчета температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание.

2. Теплообмен при кипении жидкостей

- 2.1. Методики расчета теплоотдачи при кипении
Методики расчета теплоотдачи при кипении Лабунцова Д.А., Ягова В.В., Кутателадзе С.С..

3. Кризис теплоотдачи при кипении жидкостей

- 3.1. Методики расчета критической плотности теплового потока в каналах
Истинное объемное паросодержание. Методика Ягова В.В. и Пузина В.А.. Методика Павлова Ю.М. и Захарова С.В. для малых скоростей. Методика Павлова Ю.М. и Захарова С.В. для больших скоростей.

3.3. Темы практических занятий

1. Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Ягова В.В.;
2. Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей.;
3. Построение зависимости истинного объемного паросодержания потока от значения относительной энтальпии потока хотн.;
4. Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении.;
5. Расчет температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание.;
6. Исследование влияния давления воды на величину предельного перегрева при ее закипании.;
7. Построение участка кривой кипения жидкостей на горизонтальном цилиндре различного диаметра..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Определение параметров закипания жидкостей"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Теплообмен при кипении жидкостей"

3. Консультации направлены на получение индивидуального задания студента по разделу "Кризис теплоотдачи при кипении жидкостей"

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:					
методики расчетов теплоотдачи при кипении	ИД-2ПК-3		+	+	<p>Домашнее задание/Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p> <p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p> <p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Ягова В.В. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p>
методики расчетов параметров закипания жидкостей	ИД-2ПК-3		+		<p>Домашнее задание/Исследование влияния давления воды на величину предельного перегрева при ее закипании. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания</p> <p>Домашнее задание/Построение участка кривой кипения жидкостей на горизонтальном цилиндре различного диаметра. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания</p> <p>Домашнее задание/Расчет температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p>
методики расчетов критической плотности теплового потока в различных условиях	ИД-2ПК-4			+	<p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p> <p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц</p>

					с методикой Ягова В.В. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.
Уметь:					
применять современные компьютерные программы при расчете критической плотности теплового потока	ИД-2ПК-3	+		+	<p>Домашнее задание/Построение зависимости истинного объемного паросодержания потока от значения относительной энтальпии потока хотн. Проверка отчета о выполнении домашнего задания.</p> <p>Домашнее задание/Построение участка кривой кипения жидкостей на горизонтальном цилиндре различного диаметра. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания</p> <p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p> <p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Ягова В.В. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p>
применять современные компьютерные программы при расчете параметров закипания жидкостей, теплоотдачи при кипении	ИД-2ПК-3	+	+		<p>Домашнее задание/Исследование влияния давления воды на величину предельного перегрева при ее закипании. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания</p> <p>Домашнее задание/Построение участка кривой кипения жидкостей на горизонтальном цилиндре различного диаметра. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания</p> <p>Домашнее задание/Расчет температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p>
производить тепловые расчеты элементов систем охлаждения тепловыделяющего оборудования	ИД-2ПК-4			+	<p>Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.</p>

					Домашнее задание/Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Ягова В.В. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания.
--	--	--	--	--	---

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Проверка задания

1. Исследование влияния давления воды на величину предельного перегрева при ее закипании. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания (Домашнее задание)
2. Построение зависимости истинного объемного паросодержания потока от значения относительной энтальпии потока хотн. Проверка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
3. Построение участка кривой кипения жидкостей на горизонтальном цилиндре различного диаметра. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания (Домашнее задание)
4. Расчет температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
5. Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
6. Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
7. Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Ягова В.В. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Зачет с оценкой Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» В приложение к диплому выносятся оценка за 2 семестр

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Захаров, С. В. Кризис теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкостей в каналах : учебное пособие по курсу "Теплообмен и гидродинамика двухфазных потоков" по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / С. В. Захаров, Ю. М. Павлов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 48 с. - ISBN 5-7046-1222-9 .;
2. Павлов, Ю. М. Докризисный теплообмен и кризисы кипения : учебное пособие по курсу "Специальные вопросы теплообмена" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Ю. М. Павлов, С. В. Захаров, В. А. Шугаев ; ред. И. В. Яковлев ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 112 с. - ISBN 978-5-7046-1626-9 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7701;

3. Павлов, Ю. М. Перегревы и закипание жидкостей : учебное пособие по курсу "Специальные вопросы тепло- и массообмена" по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Ю. М. Павлов, С. В. Захаров, Е. Ю. Борисова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 48 с. - ISBN 978-5-383-00015-1 .;
4. С. С. Кутателадзе- "Теплопередача при конденсации и кипении", (Изд. 2-е, доп.и перераб.), Издательство: "Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы", Москва, Ленинград, 1952 - (234 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255768>.

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
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. 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 практических занятий, КР и КП	В-104-3, Учебная аудитория каф. "ТМПУ"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные вопросы ТМО

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Построение участка кривой кипения жидкостей на горизонтальном цилиндре различного диаметра. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания (Домашнее задание)
- КМ-2 Исследование влияния давления воды на величину предельного перегрева при ее закипании. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания (Домашнее задание)
- КМ-3 Расчет температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
- КМ-4 Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
- КМ-5 Построение зависимости истинного объемного паросодержания потока от значения относительной энтальпии потока хотн. Проверка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
- КМ-6 Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Ягова В.В. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)
- КМ-7 Сопоставление данных скелетных таблиц с методикой Павлова Ю.М. для малых и больших скоростей. Подготовка отчета о выполнении домашнего задания. (Домашнее задание)

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
		Неделя КМ:	3	5	7	9	11	13	15
1	Определение параметров закипания жидкостей								
1.1	Фазовые переходы и фазовые диаграммы веществ		+	+	+		+	+	+
1.2	Парообразование в объеме перегретой жидкости (гомогенное зародышеобразование)		+	+	+				
1.3	Парообразование на твердой поверхности (гетерогенное зародышеобразование)		+	+	+				
2	Теплообмен при кипении жидкостей								
2.1	Методики расчета теплоотдачи при кипении		+	+	+	+		+	+
3	Кризис теплоотдачи при кипении жидкостей								
3.1	Методики расчета критической плотности теплового потока в каналах		+			+	+	+	+
Вес КМ, %:			14	14	14	14	14	14	16

