



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-5hindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации

Наименование программы	Специальные вопросы теплообменного оборудования
Форма обучения	очная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Кафедра "Тепломассообменных процессов и установок"

Зам. директора ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

Н.В.
Усманова

Начальник ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

А.Г. Крохин

Начальник ФДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

Н.В. Малич

Руководитель ТМПУ

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гужов С.В.
	Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-ecd93f0e

С.В. Гужов

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гужов С.В.
	Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-ecd93f0e

С.В. Гужов

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: ознакомление слушателей со методами определения параметров закипания жидкостей в различных условиях, способами расчета теплоотдачи при кипении жидкостей, учит определять условия, приводящие к возникновению кризиса теплоотдачи и знакомит слушателя с другими актуальными задачами тепломассообмена в двухфазных неадиабатных потоках..

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 14322.03.2018 г. № 50480.

Форма реализации: обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

Форма обучения: очная.

Режим занятий:

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, при этом удостоверение о повышении квалификации выдается после предоставления соответствующего подтверждающего документа о получении соответствующего уровня образования..

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Срок действия итоговых документов

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
ОПК-5: Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	Знать: - способы расчета параметров закипания жидкостей; - методики расчета теплоотдачи при кипении; - основные параметры, влияющие на возникновение кризиса теплоотдачи.
	Уметь: - Рассчитывать температурный напор, соответствующий началу кипения жидкостей в различных условиях; - Рассчитывать теплоотдачу при кипении; - Рассчитывать критическую плотность теплового потока при кипении.
	Владеть: - терминологией в области физики кипения; - методиками расчета характеристик кипения.

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации _____.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
------------------	--------------------------

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Не предусмотрено

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))

3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **0,9** зачетных единиц;

32 ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч		Форма аттестации			
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль	Стажировка, ак. ч	текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	Итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
1	Специальные вопросы теплообменного оборудования	30	21	14		7		9			Нет		
1.1.	Фазовые переходы и фазовые диаграммы веществ	4	3	2		1		1					
1.2.	Парообразование в объеме перегретой жидкости (гомогенное зародышеобразование)	4	3	2		1		1					
1.3.	Парообразование на твердой поверхности (гетерогенное зародышеобразование)	4	3	2		1		1					
1.4.	Некоторые частные случаи закипания жидкостей	4	3	2		1		1					
1.5.	Теплообмен при кипении жидкостей	4	3	2		1		1					
1.6.	Интенсивность теплоотдачи при кипении	5	3	2		1		2					
1.7.	Кризисы теплоотдачи	5	3	2		1		2					
2	Итоговая аттестация	2	1				1	1				Итоговый зачет	
	ИТОГО:	32	22	14	0	7	1	10	0				

3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Специальные вопросы теплообменного оборудования	
1.1.	Фазовые переходы и фазовые диаграммы веществ	Бинодаль и спинодаль. Кипение и испарение жидкостей. Кривые кипения жидкостей в свободном объеме и в каналах при вынужденном движении. Количественные характеристики двухфазных потоков.
1.2.	Парообразование в объеме перегретой жидкости (гомогенное зародышеобразование)	Образование паровой фазы в объеме перегретой жидкости (гомогенное зародышеобразование). Предельный перегрев жидкости. Методы опытного изучения предельного перегрева. Начало фазового перехода в объеме перегретой жидкости. Критический размер парового пузырька. Термодинамическое равновесие жидкость – пар. Пример расчета предельного перегрева.
1.3.	Парообразование на твердой поверхности (гетерогенное зародышеобразование)	Роль твердой поверхности в процессе зарождения паровой фазы. Локальный и средний краевые углы смачивания. Закипание при тепловом равновесии жидкости и твердой поверхности. Закипание в условиях стабильного во времени градиента температур в пристенных слоях жидкости. Методика расчета температурного напора и координаты канала, в котором происходит закипание. Закипание в условиях квазипериодического изменения температурного поля.
1.4.	Некоторые частные случаи закипания жидкостей	Закипание при быстро нарастающей тепловой нагрузке или температуры поверхности стенки. Параметры закипания: температурный напор и время начала кипения. Закипание на поверхности с пористым покрытием. Закипание тонких слоев жидкости. Понятие термокапиллярной конвекции.
1.5.	Теплообмен при кипении жидкостей	Режимы кипения в условиях естественной и вынужденной конвекции. Пузырьковое кипение. Факторы, оказывающие влияние на интенсивность теплоотдачи. Внутренние характеристики, механизм и модели пузырькового кипения. Соотношение для теплоотдачи при пузырьковом кипении. Особенности пузырькового кипения в области очень низких давлений и криогенных жидкостей. Три вида гистерезиса теплоотдачи при кипении. Пузырьковое кипение в

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		каналах в условиях значительных скоростей потока, теплообмен в каналах при высоких паросодержаниях потока.
1.6.	Интенсивность теплоотдачи при кипении	Кипение в тонких пленках (слоях) жидкости. Кипение в каналах малого диаметра. Теплообмен при кипении жидкости на оребренных поверхностях. Кипение на поверхностях с пористыми покрытиями.
1.7.	Кризисы теплоотдачи	Кризис пузырькового кипения в свободном объеме. Влияние на кризис теплоотдачи различных факторов. Природа кризисов. Различные подходы и модели кризисов теплоотдачи. Кризисы теплоотдачи в каналах в условиях вынужденного течения. Кризис в пузырьковом режиме течения (кризис первого рода) и кризис теплоотдачи в дисперсно-кольцевом режиме течения. Сравнение различных методик.

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
<i>Не предусмотрено</i>	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

5.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме . Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

5.4. Независимый контроль качества обучения

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) литература НТБ МЭИ:

1. Аметистов, Е. В. Кипение криогенных жидкостей / Е. В. Аметистов, В. В. Клименко, Ю. М. Павлов . – М. : Энергоатомиздат, 1995 . – 400 с. - ISBN 5-283-00265-9 : 5000.00 .;

2. 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 .;

3. Кутепов, А. М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании : Учебное пособие для втузов / А. М. Кутепов, Л. С. Стерман, Н. Г. Стюшин . – 3-е изд., испр . – М. : Высшая школа, 1986 . – 448 с.;

4. Лабунцов, Д. А. Механика двухфазных систем : учебное пособие для вузов по направлению 651100 "Техническая физика" / Д. А. Лабунцов, В. В. Ягов . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 374 с. - ISBN 5-7046-0758-6 .;

5. Павлов, Ю. М. Перегревы и закипание жидкостей : учебное пособие по курсу "Гидродинамика и теплообмен двухфазных систем" / Ю. М. Павлов, И. В. Яковлев, С. В. Захаров ; ред. В. А. Шугаев ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : МЭИ, 1997 . – 41 с.;

6. Петухов, Б. С. Теплообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Б. С. Петухов, Л. Г. Генин, С. А. Ковалев ; ред. Б. С. Петухов . – М. : Атомиздат, 1974 . – 407 с.;

7. Теплофизические свойства веществ : справочник / Всесоюз. теплотехн. науч.-исслед. ин-т им. Ф.Э. Дзержинского ; ред. Н. Б. Варгафтик . – М-Л : Госэнергоиздат, 1956 . – 367 с..

б) литература ЭБС и БД:

Не предусмотрено

в) используемые ЭБС:

1. База данных Scopus
<http://www.scopus.com>;
2. База данных Web of Science
<http://webofscience.com/> ;
3. Научная электронная библиотека
<https://elibrary.ru/>;
4. ЭБС Лань
<https://e.lanbook.com/>;
5. ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.

6.2. Кадровое обеспечение

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа утверждена	21.08.2023

Руководитель
образовательной
программы

	
Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Гужов С.В.
Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-ecd93f0e

С.В.
Гужов

