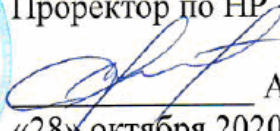




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР


Ахметова И.Г.
«28» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 Гидромеханика и тепломассообмен в двухфазных средах

Направление
подготовки

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность
подготовки

01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника

Квалификация (степень)
выпускника

Исследователь. Преподаватель-
исследователь

Форма обучения

Очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань
2020

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Гидромеханика и теплообмен в двухфазных средах» является получение знаний по основам механики двухфазных сред, закономерностям взаимодействия фаз, в том числе теплообмена, методам расчёта соответствующих практических задач.

Основными задачами изучения дисциплины являются изучение основ механики и теплофизики двухфазных сред различной структуры, рассмотрение уравнений сохранения, внутренних и внешних граничных условий, ознакомление с процедурой пространственного усреднения уравнений микродвижений, рассмотрение основных физических явлений, к которым приводят эффекты неравновесности, получение навыков в решении конкретных задач механики и теплофизики двухфазных сред.

В результате изучения дисциплины «Гидромеханика и теплообмен в двухфазных средах» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
способность критически анализировать современные проблемы теплофизики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-1)	З1(ПК-1) Знать: понятия, определения и обозначения характеристик, параметров, величин, встречающихся в данной области науки; У1 (ПК-1) Уметь: осуществлять поиск, находить нужную научно-техническую информацию и проводить её анализ; В1 (ПК-1) Владеть: терминологией, используемой в описании двухфазных сред;
ОПК-2 – готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	З2(ОПК-2) Знать: категориально-понятийный аппарат и современные задачи психологии высшего образования; У2 (ОПК-2) Уметь: анализировать условия совместной деятельности; учитывать особенности психологии трудового коллектива и группового взаимодействия В2 (ОПК-2) Владеть: методами и приемами эффективного профессионального общения
способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов (ПК-2)	З3(ПК-2) Знать: основные принципы и методы описания, исследования и расчёта процессов теплопереноса в двухфазных средах проводить оценку технико-экономической эффективности теплообменных процессов в двухфазных средах У2 (ПК-2) Уметь проводить оценку технико-экономической эффективности теплообменных процессов в двухфазных средах

	В2 (ПК-2) Владеть: навыками обсуждения и дискуссии по изучаемой тематике
готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов (ПК-3)	З2(ПК-3) Знать: математический аппарат, численные методы, ориентированные на решение научных и технологических задач при наличии двухфазных сред; У2 (ПК-3) Уметь: формулировать гипотезу и задачи исследования; формировать план исследования; выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования; В2 (ПК-3) Владеть: методами и приемами эффективного профессионального общения

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Гидромеханика и теплообмен в двухфазных средах» относится к дисциплинам по выбору и преподается во 2-й год, 3-й семестр обучения аспиранта. В основу настоящей программы положены основные разделы термодинамики, механики жидкости и газа, теплообмена и физики, касающиеся основных проблем данной области.

Дисциплины ООП подготовки бакалавров и магистров, необходимые для изучения данной дисциплины: «Физика», «Математика», «Гидрогазодинамика», «Термодинамика», «Теплообмен».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» и других, выполнении научно-исследовательской работы аспиранта и диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Структура и содержание дисциплины «Гидромеханика и теплообмен в двухфазных средах»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

3.1. Структура дисциплины

для аспирантов очной формы обучения

Виды занятий и формы контроля	Всего часов	семестр обучения		
		1	2	3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	144			144
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	36			36
Лекции (Лк)	18			18
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	18			18
Лабораторные работы (ЛР)	-			-
и (или) другие виды аудиторных занятий	-			-

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	108			108
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	30			30

для аспирантов заочной формы обучения

Виды занятий и формы контроля	Всего часов	курс		
		1	2	3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	144		144	
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	12		12	
Лекции (Лк)	6		6	
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	6		6	
Лабораторные работы (ЛР)	-		-	
и (или) другие виды аудиторных занятий	-		-	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	120		120	
Контроль	4		4	
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	30		30	

3.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Виды занятий, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			
			Лк	ПЗ	ЛР	СР
1	Основные понятия и определения.	35	4	6	–	25
2	Построение основных уравнений.	38	4	6	–	28
3	Процессы в газовзвесьях и паро-капельных средах.	25	4	2	–	19
4	Процессы в пузырьковых газо- и парожидкостных средах.	25	4	2	–	19
5	Перенос твердой фазы.	21	2	2	–	17
	Итого:	144	18	18	–	108

3.3. Содержание разделов дисциплины, тематика лекций

Раздел 1. Основные определения и обозначения в области двухфазных сред. Феноменологические уравнения движения и энергии двухфазной среды, внутренние и внешние граничные условия. Примеры.

Раздел 2. Методы осреднения уравнений микродвижений фаз, осреднённые уравнения, методы описания межфазного взаимодействия.

Раздел 3. Неравновесные процессы при распространении волн в монодисперсных газовзвесьях и паро-капельных средах.

Раздел 4. Неравновесные процессы при распространении волн в монодисперсных пузырьковых газо- и парожидкостных средах.

Раздел 5. Процессы переноса твердой фазы в потоках жидкости. Движение донных наносов и взвесенесущих потоков.

3.4. Семинарские (практические) занятия

Семинарские занятия предполагают заслушивание и обсуждение докладов, самостоятельно подготавливаемых обучающимися по заданным темам, а также решение и разбор конкретных вопросов и примеров по изучаемым разделам из базовых книг.

3.5. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Оценочные средства
1	2	3	5
1	Основные понятия и определения.	ОПК-1, ПК-2, ПК-3	Обсуждение на семинаре
2	Построение основных уравнений.	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Обсуждение на семинаре
3	Процессы в газовзвесьях и паро-капельных средах.	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Обсуждение на семинаре
4	Процессы в пузырьковых газо- и парожидкостных средах.	ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Обсуждение на семинаре
5	Перенос твердой фазы.	ОПК-1, ПК-1	Обсуждение на семинаре

3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	4	5
1	Проблема моделирования двухфазных сред.	1	25
2	Схематизация газожидкостных систем, структура и формы движения двухфазных потоков.	2	28
3	Понятие о межфазном массообмене и фазовых переходах. Понятие о конденсации и испарении.	3	19
4	Модели материальных сред.	4	19
5	Специальные методы расчёта транспорта высоковязких и застывающих нефтей: изменения реологии, физические, физико-химические, химические.	5	17
	Итого:		108

4. Образовательные технологии

Занятия проводятся в форме лекций и семинарских занятий с использованием визуальных компьютерных средств для иллюстрации изучаемого материала. Для повышения эффективности усвоения материала применяются анимационные схемы.

На семинарских занятиях доклады делаются студентами, они готовятся самостоятельно. Также проводится обсуждение изучаемого материала, выясняются непонятные моменты, рассматриваются вопросы применения и развития результатов. Самостоятельная работа включает подготовку докладов по темам семинарских занятий, подготовку к обсуждениям и разбору отдельных вопросов и примеров, подготовку к зачету

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Проблема моделирования двухфазных сред.	32	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств, рефлексивная психодиагностика.	Тестовые задания по дисциплине Самодиагностика с оформлением ее результатов
2	Схематизация газожидкостных систем, структура и формы движения двухфазных потоков. Модели материальных сред.	31 32 В2 33	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств, анализ пед. ситуаций, рефлексивная психодиагностика.	Тестовые задания по дисциплине Контрольная работа Самодиагностика с оформлением ее результатов
3	Понятие о межфазном массообмене и фазовых переходах. Понятие о конденсации и испарении. Специальные методы расчёта транспорта высоковязких и застывающих нефтей: изменения реологии, физические, физико-химические, химические.	31 У1 32 У2 В2 33	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств, анализ пед. ситуаций, рефлексивная психодиагностика.	Тестовые задания по дисциплине Эссе-анализ Анализ конкретных ситуаций (АКС) Подготовка реферата и его защита Самодиагностика с оформлением ее результатов
4	Промежуточная аттестация		Зачет с оценкой	Перечень вопросов к зачету

Используются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>.

5. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме тестовых заданий; комплекта психологических методик для самодиагностики; контрольных работ; рефератов. Текущему контролю подлежат посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Гидромеханика и теплообмен в двухфазных средах» является промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, проводимая с учетом результатов текущего контроля во 2 семестре.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Текущий контроль качества усвоения изучаемого материала и его овладением проводится в основном на семинарских занятиях оценкой уровня сделанных обучающимися докладов, а также степени понимания и охвата материала во время обсуждения (по задаваемым обучающимися вопросам и предлагаемым ими ответам).

Для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины разработаны и используются следующие средства:

- вопросы для подготовки.

Самодиагностика и оформление ее результатов.

Выполнение самодиагностики с последующим оформлением ее результатов является обязательным видом текущего контроля на всех уровнях освоения дисциплины. Данный вид задания дает возможность овладеть приемами исследования психологических закономерностей поведения личности, саморегуляции и самодиагностики, а также обеспечивает формирование умения анализировать психологические изменения в себе и окружающих; управлять собой; развивать свои способности.

Подготовка реферата и его защита

Данный вид контроля используется для восполнения пробелов знаний в случаях пропуска аудиторных занятий, а также для добора баллов. Реферат обычно должен содержать информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Ведущее место занимают темы, представляющие профессиональный интерес, несущие элемент новизны. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенной теме на семинарах.

Темы рефератов

1. Слабоконцентрированная газовзвесь. Уравнения сохранения, условие

совместного деформирования фаз.

2. Слабоконцентрированная жидкость с пузырьками газа. Уравнения сохранения, условие совместного деформирования фаз.

3. Звуковые волны в газовзвесах, скоростная и тепловая неравновесности.

4. Звуковые волны в парокапельных средах, скоростная и тепловая неравновесности.

5. Акустика и нелинейные волны в жидкости с пузырьками газа и пара. Динамическая неравновесность.

6. Звуковые волны в парокапельных средах и в кипящей жидкости в приближении термодинамического равновесия. Учет фазового перехода.

7. Неравновесность, вызванная фазовым переходом.

8. Движение жидкостей в пористых средах. Волны давления в пористой среде с несжимаемой твердой фазой и слабосжимаемой жидкостью. Двухфазное течение в пористой среде.

9. Закономерности и модели переноса твёрдой фазы в потоках жидкости.

10. Задачи о движении донных наносов и о взвесенесущих потоках.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Гидромеханика и тепломассообмен в двухфазных средах» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
«отлично»	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
«хорошо»	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по

	применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

- 1 Р.И. Нигматулин «Динамика многофазных сред», 1987, т.1.
2. Д.А.Лабунцов, В.В.Ягов. Механика двухфазных сред. М..МЭИ. 2000
3. Д.А.Губайдуллин. Динамика двухфазных парогазокапельных сред. Казань: Изд-во Казан. математического общества, 1998. 154 с.

6.2. Дополнительная литература

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат, 1979.
2. Теплообмен в ядерных энергетических установках / Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Соловьев С.Л. – 2-е изд., перер. и доп.М.: Изд-во МЭИ, 2003.

6.3. Электронно-библиотечные системы

- a. iprbookshop.ru.
- b. knigafund.ru.
- c. ibooks.ru.
- d. znanium.com.
- e. e.lanbook.com.
- f. library.bsu.ru/menu-electronic.
- g. <http://nlr.ru/>
- h. <https://www.gumer.info/>
- i. <http://window.edu.ru/>
- j. <https://cyberleninka.ru/>
- k. diss.rsl.ru

6.4. Программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	OpenOffice	Пакет офисных приложений. Одним из первых стал поддерживать новый открытый формат OpenDocument. Официально поддерживается на платформах Linux	https://www.openoffice.org/ru/download/index.html
3	Adobe Acrobat	Пакет программ	https://get.adobe.com/ru/reader/
4	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	https://download.moodle.org/releases/latest/

5	Adobe Flash Player	Это облегченный подключаемый модуль для браузера и среды выполнения расширенных веб-приложений (RIA)	https://get.adobe.com/ru/flashplayer/
---	--------------------	--	---

6.5. Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
3	Педагогика высшей школы. [Эл.ресурс] - Казань: КГЭУ. - режим доступа: https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=288	https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=288

6.6. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	Свободный
2.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	Свободный
3.	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	В http://prlib.ru	Свободный
4.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	Свободный
5.	Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации	https://scienceid.net/president/	Свободный
6.	Президент России — молодым ученым - Science-ID	https://scienceid.net/president/	Свободный
7.	МБД Scopus	https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	Свободный с компьютеров университета
8.	МБД Web of Science	https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=D6cTknVCLV7j48sfzSo&preferencesSaved=	Свободный с компьютеров университета
9.	Портал РФФИ	https://www.rfbr.ru/rffi/ru/	Свободный

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п.п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
			проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
4	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о

начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

* * *

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов «03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 867.

Автор

проф., д.ф.-м.н.



Н.Д. Якимов

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ТОТ протокол № 219 от 6 октября 2020.

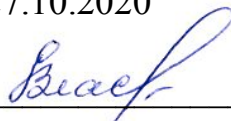
Заведующий кафедрой Теоретических основ теплотехники



Дмитриев А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института



С.М. Власов

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

