КГЭУ

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

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением НТС КГЭУ
протокол № 9 от 28.09.2026

КГЭУ
Подписан: ФГБОУ ВО «КГЭУ», КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Владелец: Леонтьев Александр Васильевич, Первый проректор – проректор по учебной работе,
Сертификат: 66B6F4BAB305B6B147CFCEF5019BE573
Действителен с 22.01.2026 по 25.01.2027

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по развитию и инновациям

_____И.Г. Ахметова
«01» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теоретическая и прикладная теплотехника»

2. Технические науки
(код и наименование области наук)

2.4. Энергетика и электротехника
(код и наименование группы научных специальностей)

2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника
(код и наименование научной специальности)

Форма обучения
Очная

Казань, 2022

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение теоретических и практических навыков расчета движения жидкости и газа в элементах энергетического и теплотехнологического оборудования, процессов преобразования энергии в турбомашинах, термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, используемых в теплоэнергетике, фундаментальных законов термодинамики, термодинамических процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в теплотехнических установках, основных физических моделей переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей, базирующихся на этих моделях, необходимых им в подготовке научных публикаций и научно- квалификационной работы (диссертации).

Задачи дисциплины:

Основными задачами изучения дисциплины являются:

– приобретение навыков использования основных уравнений гидрогазодинамики для расчета течений;

– выработка умений экспериментального исследования и анализа характеристик теплоэнергетического оборудования;

– овладение основными понятиями технической термодинамики, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах, методами расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей;

– ознакомление со способами переноса теплоты (массы);

– развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности.

В результате изучения дисциплины «Теоретическая и прикладная теплотехника» аспирант должен:

Знать:

– основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой;

– законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям;

– знать законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.

Уметь:

– рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов;

– проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;

– рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов.

Владеть:

– методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов;

– основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности;

– основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Теоретическая и прикладная теплотехника» изучается на 4 году обучения в 8-ом семестре. Дисциплина относится к профессиональному циклу образовательного компонента программы аспирантуры.

3. Содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах) 1 год аспирантуры; вид отчетности – кандидатский экзамен.

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц (108 часов): 36 ак. ч. – лекции; 74 ак. ч. – самостоятельная работа.

Виды учебной работы	**Объем часов /ЗЕТ**
Трудоемкость изучения дисциплины	108/3
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	36
в том числе:	
лекции	36
семинары	0
практические занятия	0
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	74

в том числе:	
подготовка к практическим занятиям	0
подготовка реферата	36
подготовка эссе	0
изучение тем, вынесенных в самостоятельную работу	36

3.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	семинары	практические занятия	самостоят. работа
1	Термодинамика	10			12
2	Тепломассообмен	12			12
3	Гидрогазодинамика	14			12
4	Промежуточная аттестация, экзамен				36
	Итого	36	0	0	72

3.3. Лекционный курс

Раздел 1. Термодинамика.

Термодинамика и ее метод. Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия и внешняя работа. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Циклы. Энтропия. Основные математические методы термодинамики. Теплоемкости. Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. Термодинамическое равновесие. Термодинамические свойства веществ. Основные термодинамические процессы. Процессы истечения газов и жидкостей. Термодинамические циклы. Холодильные циклы. Основы химической термодинамики.

Раздел 2. Тепломассообмен.

Теплопроводность. Конвективный теплообмен в однокомпонентной среде. Теплообмен при внешнем обтекании тела. Конвективный теплообмен при высоких скоростях течения. Теплообмен на проницаемой поверхности. Теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра и пучков труб. Теплообмен при течении жидкости в каналах. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при фазовых превращениях. Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при пленочной конденсации на вертикальной поверхности. Кипение жидкостей. Теплообмен при пузырьковом кипении в большом объеме. Теплообмен при пленочном кипении. Тепло- и массообмен при химических превращениях. Сублимация поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком. Термическое разложение тела, обтекаемого высокотемпературным потоком химически активного газа. Химическое взаимодействие на поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком. Взаимодействие процессов горения и испарения. Теплообмен излучением.

Раздел 3. Гидрогазодинамика.

Жидкости и газы как сплошные среды, их основные параметры свойства. Модели идеальной (невязкой) и ньютоновой жидкости, напряженное состояние в статике и движении, нормальные и касательные напряжения. Линии и трубки тока, объемный и массовый расход, уравнение неразрывности для струйки, интеграл Бернулли для невязкой жидкости, гидростатика. Понятие о пограничных слоях.

Турбулентность. Представление параметров по Рейнольдсу. Турбулентные напряжения. Профили (эпюры) скорости при ламинарном и турбулентном течениях в трубах и на пластине. Сопротивление движению тела в жидкости. Хорошо и плохообтекаемые тела. Уравнение Бернулли для жидкости с учетом вязких потерь (3 формы). Полный напор, статическое, динамическое и полное давление, их экспериментальное определение. Течения в трубопроводах. Характерные параметры газового потока. Сопло Лаваля в расчетном режиме, режимы истечения через конфузор. Изменение параметров потока при прохождении через скачок уплотнения.

3.4. Практические занятия – не предусмотрены.

3.5. Лабораторные занятия – не предусмотрены.

3.6. Содержание самостоятельной работы

Раздел 1. Дифференциальные уравнения термодинамики.

Раздел 2. Совместные процессы тепло- и массопереноса.

Раздел 3. Эйлерово и Лагранжево описание жидких потоков.

4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью аспирантов.

Текущий контроль успеваемости аспирантов включает в себя: контрольный опрос, реферат.

5. Критерии оценки:

«Зачтено» - на заданные вопросы даны достаточно полные. Аргументированные ответы, материал изложен последовательно, логично. Продемонстрировано умеренное владение терминологией изучаемой дисциплины. Возможны незначительные ошибки или неточности, самостоятельно исправленные при ответе на дополнительные вопросы;

«Не зачтено» - при ответе аспирант обнаруживает незнание или непонимание наиболее существенной части вопросов, допускает существенные ошибки, которые не может исправить с помощью наводящих вопросов экзаменатора. Демонстрирует грубое нарушение логики изложения.

Тематика рефератов по дисциплине «Теоретическая и прикладная теплотехника».

Зачет проводится в форме защиты подготовленного реферата, результаты сдачи реферата выставляются в зачетную ведомость и учитываются при допуске аспиранта к экзамену (кандидатскому экзамену). При наличии оценки «зачтено» аспирант допускается к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине Теоретическая и прикладная теплотехника.

Примерный комплект тем рефератов и презентаций

1. Теплообменные аппараты. Рекуперативные. Общая характеристика: принцип действия, достоинства и недостатки, область применения.
2. Теплообменные аппараты. Смесительные. Общая характеристика: принцип

действия, достоинства и недостатки, область применения.

3. Теплообменные аппараты. Регенеративные. Общая характеристика: принцип действия, достоинства и недостатки, область применения.
4. Кожухотрубные теплообменники. Общая характеристика.
5. Пластинчатые и змеевиковые теплообменники. Общая характеристика.
6. Оребренные теплообменники. Общая характеристика.
7. Виды расчета теплообменников: тепловой конструктивный, поверочный, гидравлический.
8. Загрязнения теплообменных аппаратов. Виды загрязнений. Влияние на рабочие параметры теплообменников. Способы очистки и минимизации загрязнений.
9. Методы интенсификации теплообмена. Виды. Область применения.
10. Интенсификация теплообмена при пульсациях потока. Обзор по методу.
11. Развитые (оребренные) поверхности теплообмена. Обзор по методу.
12. Закрутка потока теплоносителя и каналы типа конфузор-диффузор. Обзор по методу.
13. Дискретно шероховатые каналы (ДШК) при турбулентном течении теплоносителя. Обзор по методу.
14. Пористые вставки для интенсификации теплообмена. Обзор по методу.
15. Тепловые насосы. Виды. Принцип действия по каждому виду. Достоинства и недостатки. Область применения.
16. Процесс испарения. Характеристика процесса. Основные уравнения.
17. Процесс конденсации. Характеристика процесса. Основные уравнения.
18. Процесс кипения. Характеристика процесса. Основные уравнения.
19. Кипение в микроканалах.
20. Охлаждение оборотной воды в градирнях.

6. Методические рекомендации по оформлению рефератов

Реферат выполняется в течение семестра и защищается в конце 2 семестра перед сдачей экзамена.

Тема реферата избирается самим аспирантом из числа предложенных преподавателем или из рекомендованных ему научным руководителем.

Реферат является самостоятельным теоретическим обзором литературы по избранной теме. В нем должны быть изложены основные подходы и концепции рассматриваемой проблемы, высказана обоснованная точка зрения. В реферате необходимо показать научную актуальность темы и ее практическое значение.

К реферату предъявляются следующие требования:

1. Наличие титульного листа.
2. Наличие четкой структуры: содержание; введение; не менее 2-х частей; заключение.
3. Наличие списка используемых источников; ссылок на литературу.
4. Оптимальный объем реферата 20-30 страниц (Шрифт -14 пунктом Times New Roman, полуторный интервал; поля - левое 3 см, верхнее и нижнее - 2 см, правое

- 1,5 см. Интервал - 1,5).

Проверка подготовленного реферата проводится научным руководителем аспиранта (соискателя), который осуществляет первичную экспертизу.

На проверяемом реферате должна быть виза аспиранта, научного руководителя и преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Теоретическая и прикладная теплотехника», который выставляет оценку по системе «зачтено» - «не зачтено» (оценка за реферат выставляется в зачетную ведомость и учитывается при допуске аспиранта к сдаче кандидатского экзамена).

Решение о направлении реферата на доработку принимается преподавателем, ведущим лекционные занятия по дисциплине.

При наличии положительной оценки аспирант (соискатель) допускается к сдаче экзамена по дисциплине теоретическая и прикладная теплотехника.

Проверенный и защищенный реферат представляется в отдел аспирантуры в 1 экземпляре с подписью и указанием даты не позднее, чем за 1 неделю до окончания занятий по дисциплине.

Критерии оценки:

«Зачтено» - содержание реферата соответствует выбранной теме; тема изложена полно и обстоятельно, работа оформлена согласно требованиям;

«Не зачтено» - работа не соответствует необходимым критериям: содержание не соответствует теме; тема не раскрыта в необходимом объеме; не выдержана структура работы.

7. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену

1. Термодинамика и ее метод. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе. Идеальный газ.
2. Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия и внешняя работа. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики.
3. Второй закон термодинамики. Циклы. Формулировка второго закона термодинамики. Энтропия. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики.
4. Дифференциальные уравнения термодинамики. Основные математические методы термодинамики. Уравнение Максвелла. Частные производные внутренней энергии и энтальпии. Теплоемкости.
5. Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. Термодинамическое равновесие.
6. Термодинамические свойства веществ.
7. Основные термодинамические процессы.
8. Процессы истечения газов и жидкостей.
9. Термодинамические циклы.
10. Холодильные циклы.
11. Основы химической термодинамики.
12. Теплопроводность.
13. Конвективный теплообмен в однокомпонентной среде.

14. Теплообмен при внешнем обтекании тела

15. Переход ламинарного течения в турбулентное, влияние на турбулентный переход параметров набегающего потока, массовых сил, характеристик обтекаемой поверхности. Конвективный теплообмен при высоких скоростях течения. Теплообмен на проницаемой поверхности. Теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра и пучков труб.

16. Теплообмен при течении жидкости в каналах.

17. Теплообмен при свободной конвекции.

18. Теплообмен при фазовых превращениях.

19. Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при пленочной конденсации на вертикальной поверхности: решение Нуссельта, анализ основных допущений.

20. Кипение жидкостей. Теплообмен при пузырьковом кипении в большом объеме, теплообмен при пленочном кипении.

21. Режимы течения двухфазных потоков в трубах.

22. Совместные процессы тепло- и массопереноса.

23. Аналогия процессов тепло- и массообмена. Расчет интенсивности переноса энергии и массы компонента при умеренных и высоких скоростях массообмена.

24. Тепло- и массообмен при химических превращениях.

25. Сублимация поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком.

26. Термическое разложение тела, обтекаемого высокотемпературным потоком химически активного газа.

27. Химическое взаимодействие на поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком.

28. Разрушение композиционных материалов в высокотемпературном газовом потоке. Взаимодействие процессов горения и испарения.

29. Теплообмен излучением.

30. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана—Больцмана, Кирхгофа, Ламберта).

31. Теплообмен излучением в диатермичной среде.

32. Теплообмен излучением в поглощающих и излучающих средах.

33. Жидкости и газы как сплошные среды, их основные параметры свойства: сопротивление сдвигу (вязкость), сжимаемость, расширение и параметры состояния: давление, температура, плотность.

34. Эйлерово и Лагранжево описание жидких потоков.

35. Модели идеальной (невязкой) и ньютоновой жидкости, напряженное состояние в статике и движении, нормальные и касательные напряжения.

36. Линии и трубки тока, объемный и массовый расход, уравнение неразрывности для струйки, интеграл Бернулли для невязкой жидкости, гидростатика.

37. Понятие о пограничных слоях, условные толщины пограничного слоя, явление отрыва пограничного слоя.

38. Турбулентность. Представление параметров по Рейнольдсу. Турбулентные напряжения.

39. Профили (эпюры) скорости при ламинарном и турбулентном течениях в трубах и на пластине.

40. Сопротивление движению тела в жидкости. Хорошо и плохообтекаемые тела

41. Уравнение Бернулли для жидкости с учетом вязких потерь (3 формы). Полный напор, статическое, динамическое и полное давление, их экспериментальное определение.

42. Течения в трубопроводах, распределенные и местные потери, структура потока на входном и стабилизированном участках, режимы течения, формулы для трения.

43. Характерные параметры газового потока (торможения, критические).

44. Безразмерные скорости M и M^* (лямбда), изоэнтропические формулы, газодинамические функции (аналитика, таблицы, графики).

45. Сопло Лаваля в расчетном режиме, режимы истечения через конфузор.

46. Изменение параметров потока при прохождении через скачок уплотнения.

Критерии выставления оценки:

«Отлично» - аспирант показал прочные знания основных положений дисциплины, умение использовать справочную литературу и делать обоснованные выводы, продемонстрировал научную и методологическую эрудицию, умение применять теоретические знания для анализа конкретных задач. В ходе ответа аспирант демонстрирует необходимый уровень компетенций;

«Хорошо» - аспирант показал знания основных положений дисциплины, умение использовать справочную литературу и делать обоснованные выводы, продемонстрировал научную и методологическую эрудицию, умение применять теоретические знания для анализа конкретных задач, но при этом допускающий не существенные неточности при изложении материала. В ходе ответа аспирант демонстрирует на достаточном уровне сформированность компетенций;

«Удовлетворительно» - аспирант показал существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, не усвоил детали, допускал существенные ошибки при изложении материала, демонстрировал не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы;

«Неудовлетворительно» - аспирант не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать необходимые выводы, четко и грамотно отвечать на вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.

Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИТЭ
Кафедра ТОТ
Экзамен по дисциплине
«Теоретическая и прикладная теплотехника»

Билет № 1

1. Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. Термодинамическое равновесие.
2. Теплообмен при свободной конвекции.
3. Эйлерово и Лагранжево описание жидких потоков.

Утверждаю:
Зав. кафедрой, уч. степень, звание _____ _____

15.02.2023г.

8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков определены локальными нормативными актами, положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ФГБОУ ВО «КГЭУ».

Зачет выставляется аспиранту, получившему оценку «зачтено» по результатам защиты самостоятельно подготовленного реферата и выполнившему все задания текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

К прохождению промежуточной аттестации в форме **кандидатского экзамена** по «Теоретическая и прикладная теплотехника» допускаются аспиранты, получившие оценку «зачтено», выполнившие все задания текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины (контрольный опрос).

Кандидатский экзамен может проводиться как в устной, так и письменной форме. Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по дисциплине «Теоретическая и прикладная теплотехника» правомочна принимать кандидатский экзамен по дисциплине «Теоретическая и прикладная теплотехника». В заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора технических наук.

Кандидатский экзамен может проводиться в устной и письменной форме.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен, доводится до сведения аспирантов во время занятий.

При проведении экзамена в аудитории, где проводится экзамен, одновременно должно находиться не более 6 аспирантов. На подготовку к ответу при устной форме

экзамена аспиранту предоставляется 40-45 минут. Преподавателю, принимающему экзамен, предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы. Комиссии, принимающей экзамен, предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы. Объявление результатов сдачи экзамена производится сразу после сдачи экзамена.

При проведении экзамена в письменной форме в аудитории, где проводится экзамен, могут находиться все обучающиеся по данной дисциплине аспиранты. На подготовку ответа при письменной форме экзамена аспиранту предоставляется не более 90 минут. Объявление результатов сдачи экзамена производится не позднее следующего дня после сдачи экзамена.

Итоговая оценка по кандидатскому экзамену выводится как средняя оценка членов комиссии.

Успеваемость аспирантов определяется оценками «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

ФГБОУ ВО «КГЭУ» располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение теоретической подготовки, предусмотренной учебным планом аспиранта, а также обеспечения поддержки самостоятельной работы аспирантов.

Материально-техническая база: компьютеры с выходом в Интернет; принтеры; сканеры; копиры.

№ 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	Доска аудиторная, проектор, экран, ноутбук. Windows 7 Профессиональная (Pro); Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+; LMS Moodle, Браузер Chrome
2	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет	Доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интеактивная доска. Программное обеспечение: Windows 7 Профессиональная (Pro), Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition; Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, LabVIEW; LMS Moodle, Браузер Chrome, AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM RUS, LabVIEW Full Development Sustem .Windows .NI Software Se,
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.) Программное обеспечение: Операционная система Windows 7 Профессиональная; Office Professional Plus 2007 Russian OLP NL; Браузер Chrome,

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А.	Тепломассообмен	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		142
2	Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е.	Техническая термодинамика	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2008		196
3	Шейпак А.А.	Гидравлика и гидропневмопривод. Ч.1. Основы механики жидкости газа.	Учебное пособие для вузов.	М.: МГИУ, 192 с.	2005		
4	Давидсон В.Е.	Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах	Учебное пособие для вузов.	М.: Академия, 320 с.	2008		
5	А.М. Архаров, И.А. Архаров и др.	Теплотехника:	Учебник для вузов	Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана,	2004		

10.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КЭУ
1	Краснов С. И.	Гидрогазодинамика	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010		150
2	Краснов С. И.	Сборник задач по гидрогазодинамике	учебно-метод. пособие	Казань: КГЭУ	2010		20
3	под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина.	Теплоэнергетика и теплотехника 4-е изд., стер Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент	. [Электронный ресурс]: справочник; в 4 кн	М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 564 с.	2007	http://e.lanbook.com/book/72301	

4	Хасаншин И.Я., Шарипов И.И.	Тепломассообмен. Техника теплофизического эксперимента и лабораторные работы	учебно-методическое пособие	Казань: КГЭУ, 96 с.	2010		

10.3 Электронно-библиотечные системы

1. iprbookshop.ru.
2. knigafund.ru.
3. ibooks.ru.
4. znanium.com.
5. e.lanbook.com.
6. library.bsu.ru/menu-electronic.

10.4 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

11.1. Перечень аудиторий и помещений для самостоятельной

Для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации предусмотрены следующие аудитории корпуса Б: Б-302а, Б-306, Б-311.

11.2. Перечень оборудования (лабораторное, демонстрационное, компьютерная техника, др.)

На кафедре имеется оборудование для проведения лабораторных работ по гидрогазодинамике, термодинамике, тепломассообмена, мультимедийные средства, расположенные в Б-302а, Б-306, Б-311, пакеты прикладных программ для численных расчетов.

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая и прикладная теплотехника» образовательной программы «Теоретическая и прикладная теплотехника» разработана в соответствии с требованиями по научной специальности 2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника.

Автор(ы) _____ А.В. Дмитриев

(подпись, дата)

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Теоретические основы теплотехники» от 17.03.2022, протокол № 242.

Зав. кафедрой _____ А.В. Дмитриев

(подпись, дата)

Программа утверждена на заседании научно-технического совета от 13.04.2022, протокол № 3.