

Приложение 18
Утверждено Приказом ФИЦ КазНЦ РАН
от _____ № _____

Разработано и утверждено
Ученым советом ИЭПТ
структурного подразделения
ФИЦ КазНЦ РАН
30 января 2025 г., протокол № 1

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплофизический эксперимент»

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации

Научная специальность

1.3.14. ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий.
6. Формы текущего контроля, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной деятельности: из них аудиторные, семинарские и практические занятия – 36 ч., самостоятельная работа – 36 ч., зачет – 1 ч. Форма проведения аудиторных занятий – лекции, семинарские и практические занятия, консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является собеседование, реферат или зачет (на усмотрение научного руководителя).

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины выпускник должен

Знать:

- методы исследования теплофизических свойств твердых тел и теплоносителей;
- методы исследования свойств переноса массы, энергии, импульса;

Уметь:

- формулировать теплофизическую задачу по определению того или иного теплофизического свойства твердого тела или теплоносителя;
- применять эффективные математические и экспериментальные методы к решению теплофизических задач;
- правильно оценивать требуемую точность используемых приборов и оборудования;
- определять погрешность конечного результата исследования;

Демонстрировать:

- эрудицию и осведомленность в понимании основных проблем теплофизического эксперимента;
- подготовленность к самостоятельному изучению и пониманию специальной,

научной, справочной и методической литературы, связанной с проблемами теплофизических исследований;

- квалифицированное применение основ высшей математики, математического анализа других разделов науки в решении задач теплофизических исследований;
- умение использования современных информационных технологий в области теплофизических исследований;
- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области теплофизики (в соответствии с профилем аспирантуры) и решать их с помощью современной теории, аппаратуры, оборудования, информационных технологий и использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;
- способность вырабатывать новые идеи.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Термодинамика» является элективной и/или факультативной дисциплиной и включена в Блок №1 основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **1.3.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**. Обучение планируется на втором и/или третьем курсе.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **120 ч.**, из них аудиторные занятия - 18 часов, семинарские - 12 часов, практические занятия – **6 часов**, самостоятельная работа – **83 ч.**, итоговый контроль (форма выбирается на усмотрение руководителя) – **1 ч.**

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Аудитор. занятия	Самост. работа	Семина. занятия	Практ. занятия	Всего часов
1.	Измерения температуры, давления, влажности воздуха, расхода и др. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений.	4	9			13
2.	Методы экспериментального исследования теплопроводности	2	9	2		13
3.	Стационарные методы измерения коэффициентов переноса	2	9	2		13

4.	Методы регулярного режима 1-го и 2-го рода		9	4		13
5.	Методы периодического нагрева	4	9			13
6.	Основы теории подобия. Основные критерии подобия явлений тепло- и массообмена.		10	4		14
7.	Методы аналогии: электротепловая аналогия (ЭТА), гидродинамическая аналогия (ГДА). Теплофизические исследования методами аналогии.	4	9			13
8.	Исследование внутренней теплоотдачи в пористых средах.		10		6	16
9.	Тенденции развития техники экспериментальных исследований теплофизических свойств.	2	9			11
	Итоговый контроль					1
	ВСЕГО	18	36	12	6	120

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

6.1. Итоговый контроль

Формой итогового контроля является собеседование, реферат или зачет (на усмотрение научного руководителя).

Перечень вопросов для зачета:

1. Методы измерения температуры: термопары, термосопротивления.
2. Измерение давления, расхода потоков жидкости и газа.
3. Измерение влажности. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений.
4. Стационарные методы измерения теплопроводности твердых тел, коэффициентов теплоотдачи поверхности стенки.
5. Нестационарная теплопроводность твердых тел простой формы: пластины, цилиндра, шара.
6. Регулярные режимы 1-го и 2-го рода.
6. Методы измерения теплопроводности тел методами регулярного режима.
7. Нестационарные методы измерения теплоотдачи поверхности стенки.
8. Аналогичные явления, методы аналогии: ЭТА, ГДА.
9. Применение методов аналогии в научных исследованиях.
10. Теплопроводность пористого тела и фильтрующегося сквозь него теплоносителя.
11. Исследование внутренней теплоотдачи в пористых телах.

12. Тенденции развития техники экспериментальных исследований теплофизических свойств.

13. Автоматизация научных исследований.

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат	Продукт самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам дисциплины: -перечень вопросов к семинару, -для устного опроса -задания для самостоятельной работы
3	Зачет	Продукт самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой устный ответ по вопросам, охватывающим все разделы (модули) дисциплины. Позволяет оценить уровень приобретенных знаний.	Перечень вопросов к зачету

6.2. Критерии оценки итогового контроля

«зачтено»	-продемонстрировано полное усвоение материала; -неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
-----------	--

	-усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам; -имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; -при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, не может применить теорию в новой ситуации.
«не зачтено»	-не раскрыто основное содержание учебного материала; -обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала; -допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; -не сформированы компетенции, умения и навыки.

При отсутствии оценки «зачтено» обучающийся не допускается к промежуточной аттестации.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Литература

Основные источники литературы:

1. Теплоэнергетика и теплотехника (справочная серия). В 4 книгах. Книга вторая. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. - М.: Изд-во МЭИ, 2001.
2. Гортышов Ю.Ф., Дресвянников Ф.Н., Идиатуллин Н.С. и др. Теория и техника теплофизического эксперимента. Под ред. В.К.Щукина. - М.: Энергоатомиздат, 1993. - 360 с.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. - М.: Наука, 1977.
4. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа. 1991.
5. Гильфанов К.Х., Кирсанов Ю.А. Методы научных исследований. - Казань: КГЭУ, 2011.
6. Аметистов Е.В., Григорьев В.А., Емцев Б.Т. и др. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник. - М.: Энергоиздат, 1982 - 512 с.
7. Свиридов В.Г., Свиридов Е.В. и др. Основы автоматизации теплофизического эксперимента. - М.: МЭИ, 2019. – 336 с.
8. Сапожников С.З. и др. Метрология теплофизического эксперимента: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2017. - 107 с.
9. Юркина М. Ю. и др. Обработка и обобщение экспериментальных данных: учебное пособие. - - Москва: МЭИ, 2019. - 70 с.

10. Шарипов И.И., Якимов Н.Д. Тепломассообмен. Техника теплофизического эксперимента: практикум. - Казань: КГЭУ, 2019. - 132 с.
11. Румянцев А.В. Теплофизический эксперимент: учебно-методическое пособие. — Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. — 86 с.

7.2. Электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» - <http://http://www.iprbookshop.ru>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://www.e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система «Юрайт» - <https://www.urait.ru/>
4. Электронная библиотечная система «Библиокомплектатор» - <http://www.bibliocomplectator.ru/>
5. Зарубежная база данных реферируемых научных журналов Agris - <http://agris.fao.org/>
6. Web of Science - <http://apps.webofknowledge.com/>
7. Российская государственная библиотека - <http://www.rsl.ru>
8. Электронные информационные ресурсы ЦНСХБ - <http://www.cnshb.ru/>
9. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
10. Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>
11. Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
12. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.sciencedirect.com>
13. Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com> (Реферативно-поисковая база данных Scopus)

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН располагает материально-технической базой, соответствующей санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы. Аудиторные занятия, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче зачета и кандидатского экзамена проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки, лабораторные комнаты), оборудованных мебелью (столы, стулья), компьютерами с доступом к сети Интернет, демонстрационным оборудованием.

Разработчики: ведущий научный сотрудник лаборатории теплофизики и волновых технологий, доцент, доктор технических наук Кирсанов Ю.А.; старший научный сотрудник лаборатории теплофизики и волновых технологий, кандидат технических наук Гатауллин Р.Н.

Ведущий научный сотрудник лаборатории теплофизики и волновых технологий, доктор технических наук

Ю.А. Кирсанов

Старший научный сотрудник лаборатории теплофизики и волновых технологий, кандидат технических наук

Р.Н. Гатауллин