

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Казанский научный центр Российской академии наук**

Утверждаю
Председатель КазНЦ РАН
_____ О.Г.Синяшин
_____ 2016г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Теплофизический эксперимент

основная образовательная программа подготовки аспиранта
по направлению 03.06.01 Физика и астрономия

Профиль программы Теплофизика и теоретическая теплотехника

Уровень высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Казань 2016

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании Ученого совета КазНЦ РАН Протокол № __ от _____ 2016 г.

Разработчик

Ю.А. Кирсанов

1. Цель изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теплофизический эксперимент» является углубление знаний по основам термодинамики, теории тепло- и массообмена, гидро- и газодинамики, имеющих значение для решения фундаментальных и прикладных задач при выполнении диссертационной работы.

Задачи дисциплины заключаются в изучении:

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

2. Место дисциплины в структуре ООП

2.1. Учебная дисциплина «Теплофизический эксперимент» входит в вариативную часть междисциплинарного профессионального модуля ООП по направлению подготовки 03.06.01- Физика и астрономия , направленность 01.14.04 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1
ПК-1
способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции обучающийся 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 теплофи-	Лекции. Самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля

<p>зического свойства твердого тела или теплоносителя;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять эффективные математические и экспериментальные методы к решению теплофизических задач; - правильно оценивать требуемую точность используемых приборов и оборудования; - определять погрешность конечного результата исследования; <p>демонстрировать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 аспиранту- 		
---	--	--

<p>ры) и решать их с помощью современной теории, аппаратуры, обобрудования, информационных технологий и использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;</p> <p>- способность вырабатывать новые идеи.</p>		
--	--	--

4. Объем дисциплины и количество учебных часов

Вид учебной работы	Количество учебных часов
Лекции (минимальный объем теоретических знаний)	18
Семинар	
Практические занятия	6
Другие виды учебной работы (авторский курс, учитывающий результаты исследований научных школ, в т.ч. региональных)	
Внеаудиторные занятия	
Самостоятельная работа аспиранта	120
ИТОГО	144

4.1. Содержание дисциплины

4.1.1. Содержание лекционных занятий

№ темы	Содержание	Количество часов	Форма текущего контроля
1.	Измерения температуры, давления, влажности воздуха, расхода и др. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений.	2	Устный групповой опрос, письменные ответы на вопросы
2.	Методы экспериментального исследования теплопроводности	2	Устный групповой опрос, решение задач
3.	Стационарные методы измерения коэффициентов переноса	2	Устный групповой опрос, решение задач
4.	Методы регулярного режима 1-го и 2-го рода	2	Устный групповой опрос,
5.	Методы периодического нагрева	2	Устный группо-

			вой опрос
6.	Основы теории подобия. Основные критерии подобия явлений тепло- и массообмена.	2	Устный групповой опрос
7.	Методы аналогии: электротепловая аналогия (ЭТА), гидродинамическая аналогия (ГДА). Теплофизические исследования методами аналогии.	2	Устный групповой опрос, решение задач
8.	Исследование внутренней теплоотдачи в пористых средах.	2	Устный групповой опрос
9.	Тенденции развития техники экспериментальных исследований теплофизических свойств.	2	Устный групповой опрос
Всего		18	

4.1.2. Практические занятия

№ темы	Содержание	Количество часов
1.	Исследование теплоотдачи пакета пластин при циклическом теплообмене с горячей и холодным потоками воздуха.	6
Всего		6

4.1.3. Самостоятельная работа аспиранта

№ темы	Содержание	Количество часов
1.	Измерения температуры, давления, влажности воздуха, расхода и др. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений.	14
2.	Методы экспериментального исследования теплопроводности	14
3.	Стационарные методы измерения коэффициентов переноса	10
4.	Методы регулярного режима 1-го и 2-го рода	10
5.	Методы периодического нагрева	14
6.	Основы теории подобия. Основные критерии подобия явлений тепло- и массообмена.	14
7.	Методы аналогии: электротепловая аналогия (ЭТА), гидродинамическая аналогия (ГДА). Теплофизические исследования методами аналогии.	14
8.	Исследование внутренней теплоотдачи в пористых средах.	14
9.	Тенденции развития техники экспериментальных исследований теплофизических свойств.	16
Всего		120

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лекции и практические работы.
2. Сопровождение лекций визуальными материалами в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий, проецируемых на экран с помощью видеопроектора.
3. Проведение практических работ в лабораториях, участие обучающихся в научной работе и выполнении исследовательских проектов.
4. Использование специального программного обеспечения и Интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

7.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО). Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

7.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра в форме зачета.

Контрольные вопросы к зачету:

Методы измерения температуры: термопары, термосопротивления. Измерение давления, расхода потоков жидкости и газа. Измерение влажности. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений.

Стационарные методы измерения теплопроводности твердых тел, коэффициентов теплоотдачи поверхности стенки.

Нестационарная теплопроводность твердых тел простой формы: пластины, цилиндра, шара. Регулярные режимы 1-го и 2-го рода. Методы измерения теплопроводности тел методами регулярного режима. Нестационарные методы измерения теплоотдачи поверхности стенки.

Аналогичные явления, методы аналогии: ЭТА, ГДА. Применение методов аналогии в научных исследованиях.

Теплопроводность пористого тела и фильтрующегося сквозь него теплоносителя. Исследование внутренней теплоотдачи в пористых телах.

Тенденции развития техники экспериментальных исследований теплофизических свойств. Автоматизация научных исследований.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. Казанский научный центр РАН располагает библиотекой, включающей научно-техническую литературу по термодинамике, физике, математике и другим разделам теплофизики, научные журналы и труды конференций.

8.1. Основная литература

1. Теплоэнергетика и теплотехника (справочная серия). В 4 книгах. Книга вторая. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
2. Теория и техника теплофизического эксперимента. / Под ред. В.К.Щукина. М.: Энергоатомиздат, 1993.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности с механике М.: Гос.изд-во технико-теор. лит-ры, 1954.

8.2. Дополнительная литература

1. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. М. Высшая школа. 1991.
2. Гильфанов К.Х., Кирсанов Ю.А. Методы научных исследований. Казань: КГЭУ, 2011.

9. Материально-техническое обеспечение

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.

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование оборудования
1.	Теплофизический эксперимент	1. Научно-исследовательские установки лаборатории ТВТ
		2. Персональные компьютеры.