

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ФГБОУ ВПО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва**

**Кафедра Общая и техническая физика**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям  
РГАТУ имени П.А. Соловьёва

\_\_\_\_\_ Т.Д. Кожина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине «Математическое и экспериментальное моделирование в задачах теплофизики»**

**для специальности**

**05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»**

<b>Вид занятий</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Кол-во зачетных единиц</b>
Лекции	8	0,22
Практические занятия	12	0,33
Самостоятельная работа	43	1,19
Всего	63	1,74
Форма контроля	экзамен	

Рабочую программу составил:  
профессор

Ш.А. Пиралишвили

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ОиТФ « 13 » декабря 2011 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой ОиТФ  
д-р техн. наук

Ш.А. Пиралишвили

**Рыбинск, 2011 г.**

## **Введение**

Программа составлена в соответствии с государственным стандартом подготовки аспирантов по направлению 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», а также с учебным планом аспирантов «05.07.05\_78\_123-0000 план, код специальности 05.07.05, год начала подготовки 2011, направление «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Квалификация подготовки – кандидат технических наук.

Цель преподавания дисциплины – углубление знаний в области фундаментальных основ математического и экспериментального моделирования теплофизических процессов, протекающих в элементах высокотехнологичной техники аэрокосмического назначения и энергетики. Курс относится к циклу дисциплин по выбору аспиранта ОД.А.07.

### **Задачи изучения дисциплины**

Развитие принципов соединения методов теоретического описания физических явлений рабочих процессов технических устройств с физическим и численным экспериментом, в совокупности с формированием позитивного отношения к существующим фундаментальным подходам к теплофизическим явлениям и современной экспериментальной методикам и их метрологическому обеспечению в совокупности с математическими методами обработки результатов опытных данных и их корректного обобщения.

### **Рекомендации по изучению дисциплины**

Программа составлена с учетом реального объема времени и самостоятельной подготовки в строгом соответствии с действующими нормативными документами Министерства образования и науки РФ и утвержденным учебным планом дисциплины.

Качество усвоения материала достигается совокупностью освоения теоретических положений практических навыков в процессе посещения аудиторных занятий и выполнению в полном объеме самостоятельной работы в соответствии с конкретной индивидуальной темой диссертационной работы.

Материал курса развивает базовые знания, приобретенные аспирантами на предшествующих уровнях образования.

## **1 Содержание дисциплины**

### **1.1 Лекции**

**Лекция 1.** Матмоделирование и технический прогресс. Этапы матмоделирования. Матмодели в аэрокосмической теплофизике. Матмодели теплофизических процессов, их структура и свойства. Теоретические, эмпирические и численные модели. 2 часа.

**Лекция 2.** Основы теории подобия и метода анализа размерностей. Применение теории подобия и метода размерностей в задачах теплофизики. Течения с закруткой, отрывными явлениями и горением. 2 часа.

**Лекция 3.** Математическая модель процесса энергоразделения в вихревых трубах. Анализ известных моделей. Гипотеза взаимодействия вихрей. 2 часа.

**Лекция 4.** Математическое моделирование в задачах теплопроводности. 2 часа.

**Лекция 5.** Матмодели гидродневмотических систем. Примеры матмоделей тепловых и гидравлических систем. 2 часа.

### **1.2 Практические занятия**

1. Анализ теоретических и опытных задач, выполняемых диссертационных работ, подбор вариантов математического моделирования. 2 часа.
2. Обсуждение и составление методик экспериментального исследования изучаемых явлений и технических устройств с подбором метрологического обеспечения. 2 часа.
3. Анализ и реализация метода математического планирования постановки опытов и их анализа в рамках теории подобия и размерностей. 4 часа.
4. Разработка численной модели изучения процессов и задач решаемых в рамках выполняемых диссертационных работ. 4 часа.

## **2 Литература**

### **2.1 основная**

1 Вержбицкий, В.М. Основы численных методов: учебник для вузов [Текст]/ В.М. Вержбицкий. – М.: Высшая школа, 2002. – 840 с.

2 Пиралишвили, Ш.А. Теория подобия и метод анализа размерностей [Текст]/ Ш.А. Пиралишвили, С.В. Веретенников, А.И. Гурьянов. – Рыбинск: РГАТУ, 2012. – с.

3 Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов [Текст]/ В.С. Зарубин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 496 с.

### **2.2 дополнительная**

1 Пиралишвили, Ш.А. Вихревой эффект. Эксперимент. Теория, технические решения [Текст]/ Ш.А. Пиралишвили, В.М. Поляев, М.Н. Сергеев. – М.: УНЦП «Энергомаш», 2000. – 412 с.

2 Щуп, Т.Е. Прикладные численные методы в физике и технике: перевод с англ. [Текст]/ Т.Е. Щуп. – М.: Высшая школа, 1990. – 255 с.

3 Гухман, А.А. Введение в теорию подобия [Текст]/А.А. Гухман.–М.: Высшая школа, 1973.– 296 с.

4 Пиралишвили, Ш.А. Физика процессов горения [Текст]/ Ш.А. Пиралишвили, А.И. Гурьянов.– Рыбинск: РГАТА, 2010.– 194 с.

### **Перечень программного обеспечения**

### **3 Методические указания по изучению дисциплины**

Теоретическое изложение курса весьма ограничено незначительным числом часов. В этой связи важное значение имеют знания и подготовка аспирантов на предшествующем этапе образования в процессе инженерного или магистерской формы обучения. При работе над курсом обучающимся рекомендуется в возможно большей степени на практических занятиях осмысливать и практически реализовывать конкретные модели и программы, направленные на решение задач диссертационной работы в рассматриваемых областях научных знаний, техники и технологий.

### **4 Список экзаменационных вопросов**

1. Математическая модель. Задача Коши, алгоритм Эйлера.
2. Сетка. Сеточная функция. Погрешность и порядок точности метода.
3. Метод Рунге-Кутты.
4. Погрешности, их источники и классификация.
5. Методы решения систем алгебраических уравнений. Матрицы. Определитель, ранг матрицы.
6. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Основные этапы. Вклад этапа в погрешность.
7. Матмодель задачи остывания тела. Суть метода Эйлера приближенного решения дифференциального уравнения 1-го порядка. Сходимость и точность решения.
8. Физические основы теории подобия. Теоремы подобия. Условия однозначности. Определяющие и определяемые критерии.
9. Начальные и граничные условия. Граничные условия теплообмена.
10. Задача об охлаждении полубесконечного бруса прямоугольного сечения.
11. Критерии подобия и критериальные уравнения процессов теплообмена. Их физическая сущность.
12. Критерии подобия процессов горения и их физическая сущность.