

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт (факультет) **Физико-математический факультет**
Кафедра **Технической физики**

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе

«Численное моделирование в теплоэнергетических установках»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.01.02**

Направление подготовки: **16.03.01 «Техническая физика»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Физика нанотехнологий и наноразмерных структур**

Вид(ы) профессиональной деятельности: **производственно-технологическая,**
научно-исследовательская, организационно-управленческая

Разработчик: доцент кафедры РДиЭУ А.Н. Сабирзяновым

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является формирование у будущих бакалавров знаний основных численных методов решения уравнений математической физики, методов моделирования физических процессов, знаний о содержании и особенностях современных численных методов, применяемых для решения задач газовой динамики и теплообмена.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- Изучение уравнений математической физики, общих и специальных методов их решения, теории специальных функций, интегральных уравнений, методов моделирования физических процессов;
- Изучение элементов геометрического моделирования, инструментальных и программных средств компьютерной инженерной графики;
- Изучение сведений об основных типах стандартных измерительных приборов, устройств и информационно- измерительных комплексах;
- Умение планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных;
- владение:
- Владение методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ в избранной предметной области;
- Владение методами выполнения физико- технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок;
- Владение стандартными пакетами программ компьютерной графики и моделирования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численное моделирование в теплоэнергетических установках» включена в вариативную часть блока Б1 основной образовательной программы 16.03.01 «Техническая физика». Осваивается на 4 курсе, в 7 и 8 семестрах. Знание этого материала необходимо для изучения последующих профессиональных дисциплин магистратуры, все виды практик, научно-исследовательскую работу, а также при выполнении курсовых работ, проектов и выпускной квалификационной работы.

1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
ОПК-2 – способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности			
Знание методов математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2З)	Знать методы математического анализа	Знать методы математического анализа и моделирования, для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
Умение самостоятельно анализировать и применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2У)	Уметь самостоятельно анализировать методы математического анализа	Уметь самостоятельно анализировать и применять методы математического анализа	Уметь самостоятельно анализировать и применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

<p>Владение методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2В)</p>	<p>Владеть методами математического анализа</p>	<p>Владеть методами математического анализа и моделирования для решения определенных задач технической физики</p>	<p>Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-6- готовность составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости</p>			
<p>Знание составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости (ПК-6З)</p>	<p>Знать, как составить план заданного руководителем научного исследования</p>	<p>Знать, как составить план заданного руководителем научного исследования и как разработать адекватную модель изучаемого объекта</p>	<p>Знать, как составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости</p>
<p>Умение самостоятельно составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости (ПК-6У)</p>	<p>Уметь самостоятельно составить план заданного руководителем научного исследования</p>	<p>Уметь самостоятельно составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта</p>	<p>Уметь самостоятельно составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости</p>

<p>Владение методиками составления плана заданного руководителем научного исследования, разработки адекватной модели изучаемого объекта и определения области ее применимости (ПК-6В)</p>	<p>Владеть методиками составления плана заданного руководителем научного исследования</p>	<p>Владеть методиками составления плана заданного руководителем научного исследования, разработки адекватной модели изучаемого объекта</p>	<p>Владеть методиками составления плана заданного руководителем научного исследования, разработки адекватной модели изучаемого объекта и определения области ее применимости</p>
<p>ПК-10- способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров</p>			
<p>Знание современных информационных технологий, пакетов прикладных программ, сетевых компьютерных технологий и баз данных в предметной области для расчета технологических параметров (ПК-10З)</p>	<p>Знать современные информационные технологии</p>	<p>Знать современные информационные технологии, пакеты прикладных программ</p>	<p>Знать современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров</p>

<p>Умение самостоятельно применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров (ПК-10У)</p>	<p>Уметь самостоятельно применять современные информационные технологии</p>	<p>Уметь самостоятельно применять современные информационные технологии, а также пакеты прикладных программ</p>	<p>Уметь самостоятельно применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров</p>
<p>Владение способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров (ПК-10В)</p>	<p>Владеть способностью применять современные информационные технологии</p>	<p>Владеть способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ</p>	<p>Владеть способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров</p>

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость и применяемые образовательные технологии

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
7 семестр							
Раздел 1. Введение в численные методы							ФОСТК-1
Тема 1.1. Математическое моделирование и численный эксперимент	22	4	6	2	10	ОПК-23, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Тема 1.2. Погрешности округления	14	4	-	2	8	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 1.3. Разностная аппроксимация дифференциальных уравнений	18	4	2	2	10	ОПК-23, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Раздел 2. Численные методы алгебры и анализа							ФОСТК-2
Тема 2.1. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений	19	4	4	1	10	ОПК-23, ОПК-2У, ОПК-2В,	Защита лабораторной работы;

						ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 2.2. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	17	4	2	1	10	ОПК-2З, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Тема 2.3. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений	16	2	2	2	10	ОПК-2З, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Тема 2.4. Численное интегрирование и дифференцирование	16	2	2	2	10	ОПК-2З, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Раздел 3. Разностные методы решения уравнений математической физики							ФОСТК-3
Тема 3.1. Разностная аппроксимация частных производных	16	4	-	2	10	ОПК-2З, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 3.2. Разностные схемы и разностные задачи	14	4	-	-	10	ОПК-2З, ПК-6З, ПК-10З	Устный опрос
Тема 3.3. Разностные схемы для уравнения теплопроводности	14	2	-	2	10	ОПК-2З, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 3.4. Разностная аппроксимация задачи	14	2	-	2	10	ОПК-2З, ОПК-2В,	Отчет по практической работе

Дирихле для уравнения Пуассона						ПК-6З, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10В	
Экзамен	36	-	-	-	36		ФОСПА-1
Всего за семестр	216	36	18	18	144		
8 семестр							
Раздел 4. Численные методы решения разностных уравнений							ФОСТК-4
Тема 4.1. Прямые методы. Метод матричной прогонки.	18	2	8	4	4	ОПК-2З, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Тема 4.2. Явные итерационные методы.	10	2	-	4	4	ОПК-2З, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 4.3. Неявные итерационные методы	10	2	-	4	4	ОПК-2З, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10В	Отчет по практической работе;
Раздел 5. Статистическая обработка результатов измерений и планирование эксперимента.							ФОСТК-5
Тема 5.1. Прямые и косвенные измерения. Погрешности измерений. Доверительный интервал	7	1	2	2	2	ОПК-2З, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе
Тема 5.2. Корреляционный и регрессионный анализы	7	1	2	2	2	ОПК-2З, ОПК-2У, ОПК-2В, ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В, ПК-10З, ПК-10У, ПК-10В	Защита лабораторной работы; Отчет по практической работе

Тема 5.3. Планирование эксперимента. Основные понятия и определения.	3	1	-	-	2	ОПК-23, ПК-63, ПК-103	Устный опрос
Тема 5.4. Планы полного факторного эксперимента	5	1	-	2	2	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63,ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 5.5. Планы дробного факторного эксперимента	5	1	-	2	2	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63, ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Отчет по практической работе
Тема 5.6. Планы второго порядка	5	1	-	2	2	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63, ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Отчет по практической работе; ТТК-6
Раздел 6. Моделирование турбулентных течений							ФОСТК-6
Тема 6.1 Подходы к решению задач турбулентного течения жидкости	5	1	1	2	1	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63, ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Выполнение расчетных заданий
Тема 6.2 Уравнения движения жидкости в напряжениях, уравнения Навье–Стокса. Уравнения Рейнольдса	8	1	1	4	2	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63, ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Текущий контроль
Тема 6.3 Турбулентные напряжения. Турбулентная вязкость. Модели турбулентности	11	2	2	4	3	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63, ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Текущий контроль
Тема 6.4 Прямое моделирование. Моделирование крупных вихрей	14	2	2	4	6	ОПК-23, ОПК-2В, ПК-63, ПК-6В, ПК-103, ПК-10В	Отчет о выполнении самостоятельной работы.
Всего за семестр	108	18	18	36	36		
Зачет							ФОС ПА-2
ИТОГО:	324	54	36	54	180		

РАЗДЕЛ 3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

3.1.1 Основная литература

1. Плохотников, К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/63240>.

2. Амосов, А.А. Вычислительные методы. [Электронный ресурс] / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/42190>.

3.1.2 Дополнительная литература

3. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/378>.

4. Видин, Ю.В. Инженерные методы расчета процессов теплообмена. [Электронный ресурс] / Ю.В. Видин, В.В. Иванов, Р.В. Казаков. — Электрон. дан. — Красноярск : СФУ, 2014. — 168 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64558>.

5. Мирошниченко, Г.П. Численные методы. [Электронный ресурс] / Г.П. Мирошниченко, А.Г. Петрашень. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2007. — 120 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/43394>.

6. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1800>.

7. Гарбарук А.В. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Гарбарук, М.Х. Стрелец, М.Л. Шур – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 88 с. – Режим доступа: https://cfd.spbstu.ru/agarbaruk/lecture/dyn_of_visc_fluid_and_turb

3.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

3.2.1 Основное информационное обеспечение

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Басыров Р.Ш. «Численные методы технической физики» [Электронный ресурс]: курс дистанц.обучения для направления **16.03.01 «Техническая физика»**, направление подготовки бакалавров «**Техническая физика**» ФГОС 3+ КНИТУ-КАИ, Казань, 2015.- Доступ по логину и паролю. URL:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=94427_1&course_id=9780_1&mode=reset

2. http://www.ph4s.ru/book_el_poluprov.html
3. <http://books4study.info/text-book2756.html>
4. <http://e-library.kai.ru>


3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Реализация дисциплины «Численное моделирование в теплоэнергетических установках» должна обеспечиваться научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое техническое образование и ученую степень кандидата технических наук и/или ученое звание доцента, а также систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью.

Преподаватели, читающие лекции по дисциплине «Численное моделирование в теплоэнергетических установках» должны иметь ученую степень кандидата или доктора технических или физико-математических наук (в том числе степень, присваиваемую за рубежом, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности). Преподаватели, ведущие лабораторные и практические занятия, должны иметь соответствующее базовое образование.

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Ф.И.О., подпись	«Согласовано» заведующий кафедрой, ведущей дисциплину
1	2	3	4	6	
1	1	01.02.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
2					