

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета
института машиностроения и
аэрокосмической техники

проф. Дроздов И.Г. _____
(подпись)
" ___ " _____ 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математическое моделирование рабочих процессов в энергетических установках
(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: ракетных двигателей

Направление подготовки (специальности):

24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника»

(код, наименование)

Профиль: " Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов "

(название профиля по УП)

Часов по УП: 108; **Часов по РПД:** 108;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 108; **Часов по РПД:** 108;

Часов на самостоятельную работу по УП: 63 (58 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 63 (58 %);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 2; Курсовые проекты - 0;
Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный;

Ориентация программы: программа подготовки аспирантов;

Вид профессиональной деятельности: экспериментально-исследовательская

Распределение часов дисциплины по курсам

Вид занятий	№ семестров / число учебных недель в семестрах									
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции			30	30					30	30
Лабораторные			-	-					-	-
Практические			15	15					15	15
Ауд. занятия			45	45					45	45
Сам. работа			63	63					63	63
Итого			108	108					108	108

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 890.

Программу составил: _____ д.т.н. Иванов А.В.
(подпись, _____) (ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____

Главный конструктор ОАО КБХА, д.т.н., профессор, А.Ф. Ефимочкин

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки аспирантов по направлению 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника», профиль Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ракетных двигателей
протокол № _____ от "___" _____ 2014 г.

Зав. кафедрой РД, д.т.н., профессор _____ В.С. Рачук

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – формирование компетенций, необходимых для овладения методами математического моделирования с использованием многоцелевых программных комплексов, предназначенных для решения задач механики жидкости и газа, теплопереноса, а также связанных задач механики жидкости и газа и теплопереноса
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	- актуализация теоретических знаний, полученных при изучении курсов «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», « Гидрогазодинамика энергетических установок» и «Тепломассообмен в энергетических установках»;
1.2.2	- приобретение и овладение практическими навыками работы с современными программными комплексами и системами автоматизированного инженерного анализа

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл Б1.В.ДВ	Код дисциплины Б1.В.ДВ.1.1
2.1.	Требования к предварительной подготовке обучающегося Дисциплина «Математическое моделирование рабочих процессов в энергетических установках» представляет собой специальную дисциплину отрасли науки и научной специальности и относится к направлению «Авиационная и ракетно-космическая техника». Дисциплина базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин: Физика Математика Химия
2.2.	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: Б1.В.ДВ.2.2 - Основы интеллектуальной деятельности при решении научно-технических задач

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК	ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ОПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-2	владение культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
ОПК-3	способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав

Код компетенции	Наименование компетенции
ПК	ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ПК-1	способность выполнять расчеты (моделирование) параметров рабочего процесса, нагруженности, теплового состояния и характеристик тепловых и электроракетных двигателей летательных аппаратов, а также энергетических установок, их узлов и элементов
ПК-2	способность разрабатывать физические и математические модели процессов и явлений в тепловых, электроракетных двигателях летательных аппаратов и энергетических установок

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	знать:
3.1.1	- основные методы исследования задач механики жидкости и газа с помощью современных программных пакетов (ПК-2);
3.2	уметь:
3.2.1	- выполнить анализ полученных результатов (ОПК-2, ПК-2);
3.2.2	- ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию и физико-математические модели, лежащие в их основе (ОПК-3);
3.2.3	- самостоятельно работать со специальной математической литературой, посвященной механике жидкости и газа (ОПК-1);
3.3	владеть:
3.3.1	- способностью к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности с использованием современных программных средств (ПК-1);
3.3.2	- способностью к самостоятельному решению проблем механики жидкости и газа на основе систем автоматизированного инженерного анализа (ПК-2)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основы метода конечного элемента	2	1-6	10	5	-	21	36
2	Методы расчета тензора напряжений	2	7-12	10	5	-	21	36
3	Изучение принципов работы с программными продуктами среды инженерного анализа ANSYS	2	13-18	10	5	-	21	36
Итого:				30	15	-	63	108

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
1-6	Основы метода конечного элемента. Использование метода конечного элемента для решения задач механики сплошных сред. Критерии механики жидкости. Тензор напряжений	10
7-12	Методы расчета тензора напряжений. Упругая задача. Тепловая задача. Модель газа. Модель жидкости в акустическом приближении	10
13-18	Изучение принципов работы с программными продуктами среды инженерного анализа ANSYS. DesignModeler , DesignXplorer, BladeModeler, TurboGrid, Vista, CFD PrePost, Professional NLT, Meshing, CFX Solver	10
Итого часов:		30

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	Виды контроля
1-6	Основы метода конечного элемента. Каротаж	5	тестовый опрос
7-12	Методы расчета тензора напряжений. Якобиан	5	тестовый опрос
13-18	Изучение принципов работы с программными продуктами среды инженерного анализа ANSYS. Geometry Interface for Parasolid, Geometry Interface for Solidwork, Geometry Interface for Autodesk	5	тестовый опрос
	Контрольная работа		
Итого часов:		15	

4.3 Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1-6	Основы метода конечного элемента. Энергетический инвариантный интеграл	тестовый опрос	21
7-12	Методы расчета тензора напряжений. Уравнения состояния реальной жидкости	тестовый опрос	21
13-18	Изучение принципов работы с программными продуктами среды инженерного анализа ANSYS. HPC Pack	тестовый опрос	21
	Подготовка к тестированию	Допуск к зачету	
	Подготовка к зачету	Зачет	
Итого часов:			63

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции; а) дискуссия, б) ИТ-методы
5.2	Практические занятия: а) работа в команде (ИФ) - совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач (метод Делфи); б) выступления по темам рефератов, в) проведение контрольных работ, г) тестовый опрос
5.3	лабораторные работы не предусмотрены
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, – выполнение индивидуальных научных расчетов
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: - тестовый опрос; - контрольные работы при выполнении практических занятий; - реферат-презентация
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
6.2	Темы письменных работ
6.2.1	Контрольная работа № 1 по теме: «Экспериментальные факторные модели»
6.2.2	Контрольная работа № 2 по теме: «Нейросетевое моделирование»
6.2.3	Контрольная работа № 3 по теме: «Нелинейная оптимизация»
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Реферат-презентация по тематике дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
Основная литература				
1	Кудинов И.В., Кудинов В.А.	Математическое моделирование гидрогазодинамики и теплообмена в движущихся жидкостях. ЭБС «Лань», 2015	2015 печат.	1
2	Ерохин Б.Т.	Теория и проектирование ракетных двигателей. Лань, 2015.	2015 печат.	1
Дополнительная литература				
3	Валюхов С.Г., Кретицин А.В.	Математическое моделирование гидродинамических процессов в проточной части центробежного насоса с использованием нейросетевых алгоритмов / Насосы. Турбины. Системы. 2011, № 1. С. 53-60.	2011 печат.	1
4	Велихов В. Е. и др.	Современные подходы к проектированию технически сложных объектов с использованием комплексного математического моделирования. Москва, 2012.	2012, печат.	1
Программное обеспечение и интернет ресурсы				
4	Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (научно-техническая библиотека): http://catalog.vorstu.ru/			
5	Интернет-ресурсы для самостоятельной работы:			
	– Сайт компании ANSYS http://www.ansys.com/ – Сайт компании CADFEM http://www.cadfem-cis.ru/			
6	Программное обеспечение:			
	– ПО ANSYS DesignModeler, ПО ANSYS BladeModeler, ПО ANSYS TurboGrid, ПО ANSYS Vista TF, ПО ANSYS CFD PrePost, ПО ANSYS CFX Solver			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических работ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
Основная литература				
1	Кудинов И.В., Кудинов В.А.	Математическое моделирование гидрогазодинамики и теплообмена в движущихся жидкостях. ЭБС «Лань», 2015	2015 печат.	1
2	Ерохин Б.Т.	Теория и проектирование ракетных двигателей. Лань, 2015.	2015 печат.	1
Дополнительная литература				
3	Валюхов С.Г., Кретинин А.В.	Математическое моделирование гидродинамических процессов в проточной части центробежного насоса с использованием нейросетевых алгоритмов / Насосы. Турбины. Системы. 2011, № 1. С. 53-60.	2011 печат.	1
4	Велихов В. Е. и др.	Современные подходы к проектированию технически сложных объектов с использованием комплексного математического моделирования. Москва, 2012.	2012, печат.	1
Программное обеспечение и интернет ресурсы				
4	Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (научно-техническая библиотека): http://catalog.vorstu.ru/			
5	Интернет-ресурсы для самостоятельной работы:			
	– Сайт компании ANSYS http://www.ansys.com/			
	– Сайт компании CADFEM http://www.cadfem-cis.ru/			
6	Программное обеспечение:			
	– ПО ANSYS DesignModeler, ПО ANSYS BladeModeler, ПО ANSYS TurboGrid, ПО ANSYS Vista TF, ПО ANSYS CFD PrePost, ПО ANSYS CFX Solver			

Зав. кафедрой РД

В.С. Рачук

Директор библиотеки

Т.И. Буковшина

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине «математическое моделирование рабочих процессов в энергетических установках» для направления подготовки 24.06.01 «Авиационные и ракетно-космическая техника» по профилю подготовки 05.07.05 «Тепловые и электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Рабочая программа разработана Ивановым А.В., доцентом кафедры ракетные двигатели института машиностроения и аэрокосмической техники Воронежского государственного технического университета в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом направления подготовки 24.06.01 «Авиационные и ракетно-космическая техника» по профилю подготовки 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Преподавание дисциплины в соответствии с предлагаемой программой позволит решить следующие задачи курса – практическое применение теоретических знаний, полученных при изучении курсов «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», «Гидрогазодинамика энергетических установок» и «Тепломассообмен в энергетических установках», приобретение и овладение навыками работы с современными программными комплексами и системами автоматизированного инженерного анализа.

Комплекс содержит рабочую программу для очной формы обучения и перечень разделов курса с развёрнутым содержанием. В программе представлены перечень основной и дополнительной литературы, перечень тем практических занятий, представлен календарный план чтения лекций, план-график самостоятельной работы студентов.

В связи с вышеизложенным, считаю целесообразным использовать рабочую программу в учебном процессе аспирантов ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет».

Главный конструктор ОАО КБХА,
д.т.н., профессор,

профессор каф. РД ВГТУ

А.Ф. Ефимочкин

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства текущего контроля

Устный опрос

1. Что называют математическим моделированием?
2. Какие факторы определили расширение в последнее время областей применения математического моделирования в технике?
3. Что понимают под иерархией ММ по отношению к одному и тому же ТО?
4. Перечислите основные этапы математического моделирования технического объекта (ТО)
5. Что понимают под декомпозицией ММ ?
6. Дайте общее понятие алгоритма
7. Какими свойствами обладает алгоритм?
8. Какие формы записи алгоритмов вам известны?
9. Чем объясняется разнообразие форм записи алгоритма?
10. Как изображается алгоритм при блок-схемном описании?
11. Какая функция называется унимодальной?
12. Какие методы применяются для многоэкстремальных функций?
13. Почему для инженерных оптимизационных задач проблематично использовать классический аппарат мат. анализа?
14. Какие этапы включает в себя общий алгоритм исключения отрезков ?
15. В чем суть метода парабол?
16. Как записывается целевая функция и ограничения в транспортной задаче?
17. Как формулируется основное функциональное уравнение Беллмана?
18. Назовите важнейшим функциональным свойства ТЭС (АЭС).
19. В чем различие в целях конструкторского и поверочного расчетов тепловых схем?
20. К какому виду - конструкторский или поверочный - относятся оптимизационные расчеты энергетического оборудования и почему?
21. Когда совокупность предметов будет системой ?
22. Что понимают под графом?
23. Для каких задач используется графическое моделирование?

Критерии оценки ответов:

- 1 – ответ верный, в полном объеме;
 0,5 – ответ верный, но не полный;
 0 – ответ неверный.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0÷0,5	1	1,5÷2	2,5÷3
Оценка	2	3	4	5

Методика проведения: проводится в аудитории для практических занятий в начале занятия, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, задается по 3 вопроса, время проведения опроса до 10 минут, ответы даются без использования справочной литературы (конспектов) и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Вопросы к зачету

1. Описание оптимизационной задачи в теплоэнергетических расчетах
2. Обзор методов для решения задачи распределения нагрузок между турбинами
3. Пример использования метода динамического программирования в инженерных задачах
4. Пример использования градиентных методов в инженерных задачах
5. Суть и описание метода «штрафных» функций
6. Суть и описание метода «барьерных» функций
7. Пример использования метода «штрафных» функций в инженерных задачах
8. Пример использования метода «штрафных» функций в инженерных задачах
9. Использование метода Лагранжа для оптимизации параметров тепловых схем ТЭС
10. Использование симплекс-метода для распределения нагрузок между основным оборудованием ТЭС
11. Описание оптимизационной задачи в теплоэнергетических расчетах
12. Обзор методов для решения задачи распределения нагрузок между турбинами
13. Пример использования метода динамического программирования в инженерных задачах
14. Пример использования градиентных методов в инженерных задачах
15. Суть и описание метода «штрафных» функций
16. Что называют дугой графа?
17. Какими графическими способами можно решить классическую задачу о распределении средств?
18. Какие формы математического описания используются в математических моделях потокораспределения?

Критерии оценки ответов:

- 1 – ответ верный, в полном объеме;
- 0,5 – ответ верный, но не полный;
- 0 – ответ неверный.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0÷0,5	1	1,5÷2	2,5÷3
Оценка	2	3	4	5

Методика проведения: зачет проводится в аудитории для лекционных или практических занятий, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, задается по 3 вопроса, время проведения зачета – до 1 часа (для лиц с ограниченными возможностями – 2 академических часа), ответы даются без использования справочной литературы (конспектов) и средств коммуникации, результат представляются в течении 3-х часов после окончания аттестации.