

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Математическое моделирование физических процессов

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

Курс: 3, семестр : 5

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

ФГОС введен в действие приказом №1161 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 28.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ГДУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Станкевич С. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Гуськов А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гуськов А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:
33. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность
34. математических основ численных моделей физических процессов, применяемых в современных научных и инженерных расчетах
Компетенция ФГОС: ПК.6 владение методами разработки проектной документации и проведения технических расчетов, оптимизации проектных параметров, определения боевой эффективности и надежности образцов боеприпасов и взрывателей; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь моделировать различные динамические воздействия на системы управления действием средств поражения

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Математическое моделирование физических процессов</i>	
ОПК.7.33 знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	
1.о разнообразных физических процессах и математических моделях для их описания	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.о численных методах, применяемых для решения уравнений математической физики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.о вопросах сходимости и устойчивости применяемых вычислительных схем, погрешностях приближенных вычислений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.34 математических основ численных моделей физических процессов, применяемых в современных научных и инженерных расчетах	
4.понятие вычислительного эксперимента, его основные этапы	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.дифференциальные уравнения, описывающие движение материальных тел в различных физических полях	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6.конечно-разностные методы приближенного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь моделировать различные динамические воздействия на системы управления действием средств поражения	
7.выбирать математическую модель для поставленной физической задачи в виде дифференциальных уравнений математической физики	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8.составлять алгоритм численного решения, программу для реализации на персональном компьютере	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
9.анализировать результаты, их физический смысл, оценивать погрешность вычислений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Введение в математическое моделирование				

1. Вычислительный эксперимент как метод решения разнообразных физических задач. Основные этапы вычислительного эксперимента. Математические модели задач в виде дифференциальных уравнений математической физики.	0	4	1, 2, 3, 4	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка и выполнение лабораторной работы.
1. Задача Коши в вычислительных методах. Конечно-разностные методы приближенного решения систем дифференциальных уравнений первого порядка.	0	4	1, 2, 3, 4	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка и выполнение лабораторной работы.
Дидактическая единица: Численные методы при решении задач на движение материальных тел в поле силы тяжести				
2. Сила сопротивления при малых и больших числах Рейнольдса: формула Стокса, сила гидравлического сопротивления (продолжение). Двумерные траектории: движение тела, брошенного под углом к горизонту при учете сопротивления движению.	0	4	5, 6, 7, 8, 9	Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка и выполнение лабораторной работы.
2. Падение тел с учетом силы сопротивления движению (одномерное движение). Сила сопротивления при малых и больших числах Рейнольдса: формула Стокса, сила гидравлического сопротивления.	0	4	5, 6, 7, 8, 9	Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка и выполнение лабораторной работы.
Дидактическая единица: Численные методы при решении задач на движение заряженных частиц в электромагнитных полях				
3. Силы, действующие на заряженную частицу в электрическом и магнитном поле. Сила Лоренца.	0	4	5, 6, 7, 8, 9	Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы. Выполнение лабораторной работы.
3. Сила Лоренца (продолжение). Расчет скоростей и траекторий заряженной частицы в полях различных конфигураций.	0	4	5, 6, 7, 8, 9	Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы. Выполнение лабораторной работы.
Дидактическая единица: Линейные и нелинейные колебательные системы				
4. Гармонические незатухающие колебания (математический маятник). Учет затухания. Механические колебательные системы с учетом затухания.	0	6	5, 6, 7, 8, 9	Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка и выполнение лабораторной работы.
4. Вынужденные колебания. Электрический колебательный контур. Аналогия механических и электрических колебательных систем.	0	6	5, 6, 7, 8, 9	Проработка лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка и выполнение лабораторной работы.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Введение в математическое моделирование				
1. Применение метода Эйлера к задаче об остывании тела.	6	12	1, 2, 3, 7, 9	Выбор математической модели задачи с учетом принятых упрощений и представление модели в виде дифференциального уравнения первого порядка с заданным начальным условием. Написание алгоритма численного решения задачи с применением метода Эйлера. Знакомство с программой вычислений, предоставленной преподавателем. Проведение вычислений на персональном компьютере для выполнения заданий, приведенных в описании лабораторной работы. Подготовка отчета о лабораторной работе.
Дидактическая единица: Численные методы при решении задач на движение материальных тел в поле силы тяжести				
2. Численное интегрирование уравнений движения Ньютона.	6	12	5, 6, 8, 9	Выбор математической модели для описания одномерного и двумерного движений тела в поле силы тяжести с учетом сопротивления среды. Написание алгоритма численного решения для каждой из поставленных задач. Знакомство с программами вычислений, предоставленных преподавателем, и проведение вычислений с целью выполнения заданий, данных в описании лабораторной работы. Составление отчета о лабораторной работе.
Дидактическая единица: Численные методы при решении задач на движение заряженных частиц в электромагнитных полях				

3. Моделирование движения заряженных частиц в электромагнитном поле.	6	12	4, 5, 7, 9	Написание математической модели движения заряженной частицы в электромагнитном поле с использованием силы Лоренца и представление ее в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка с заданными начальными условиями. Написание алгоритма численного решения задачи с использованием метода Эйлера. Написание общей схемы численного решения задачи методом Рунге-Кутты. Ознакомление с рабочими программами, выданными преподавателем для реализации методов Эйлера и Рунге-Кутты, и проведение вычислений по ним на компьютере с целью выполнения заданий лабораторной работы. Сравнение результатов по траекториям частиц в полях различной конфигурации, полученных этими двумя методами; выводы о погрешностях методов. Составление отчета о лабораторной работе.
--	---	----	------------	---

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	РГЗ	7, 8, 9	15	1
Выполнение расчетно-графического задания.: Виноградов А. В. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Виноградов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=11&curs=784 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 4, 5	18	6
Проработки лекционного материала и методических указаний к лабораторным работам.: Ивания С. П. Конспект лекций по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : конспект лекций / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323418772.DOC . - Загл. с экрана. Ивания С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc . - Загл. с экрана. Математические методы моделирования физических процессов : методические указания к лабораторным работам для 3 курса ФЛА специальности 160202 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. А. Сажин]. - Новосибирск, 2010. - 17, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010_sazhin.pdf				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4, 5, 6	16	0

: Виноградов А. В. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Виноградов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=11&curs=784>. - Загл. с экрана. Ивания С. П. Конспект лекций по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : конспект лекций / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323418772.DOC. - Загл. с экрана.

4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	14	0
---	-------------------------	---------------------------	----	---

Проработка лекционного материала.: Виноградов А. В. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Виноградов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=11&curs=784>. - Загл. с экрана. Ивания С. П. Конспект лекций по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : конспект лекций / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323418772.DOC. - Загл. с экрана.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail; Личный типовой сайт
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.7; ПК.6;
Формируемые умения: з3. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность; з4. математических основ численных моделей физических процессов, применяемых в современных научных и инженерных расчетах; у1. уметь моделировать различные динамические воздействия на системы управления действием средств поражения Краткое описание применения: Обсуждение проблем достоверности метода и его практического применения. Подробная информация об использовании технологии приводится в "Математические методы моделирования физических процессов : методические указания к лабораторным работам для 3 курса ФЛА специальности 160202 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. А. Сажин]. - Новосибирск, 2010. - 17, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010_sazhin.pdf"		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
Лекция:	16	32
Контролирующие материалы приводятся в "Ивания С. П. Конспект лекций по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : конспект лекций / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323418772.DOC . - Загл. с экрана."		
Лабораторная:	16	32
Контролирующие материалы приводятся в "Ивания С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc . - Загл. с экрана."		
РГЗ:	8	16
Контролирующие материалы приводятся в "Ивания С. П. Конспект лекций по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : конспект лекций / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323418772.DOC . - Загл. с экрана."		
Зачет:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Виноградов А. В. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Виноградов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=11&curs=784 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.7	з3. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	+	+	+
	з4. математических основ численных моделей физических процессов, применяемых в современных научных и инженерных расчетах	+	+	+
ПК.6	у1. уметь моделировать различные динамические воздействия на системы управления действием средств поражения	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов по направлению "Прикладная математика" / В. М. Вержбицкий. - М., 2005. - 839, [1] с. : ил., табл.
2. Ивания С. П. Конспект лекций по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : конспект лекций / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323418772.DOC. - Загл. с экрана.
3. Слярова Е.А. Компьютерное моделирование физических явлений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Слярова, В.М. Малютин. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 152 с. — 978-5-4387-0119-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34668.html>

Дополнительная литература

1. Шуп Т. Е. Прикладные численные методы в физике и технике / Т. Е. Шуп. - М., 1990. - 254, [2] с.

2. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике. В 2 ч. Ч. 1 / Х. Гулд, Я. Тобочник ; перевод с англ. А. Н. Полюдова, В. А. Панченко. - М., 1990. - 349, [3] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Математические методы моделирования физических процессов : методические указания к лабораторным работам для 3 курса ФЛА специальности 160202 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. А. Сажин]. - Новосибирск, 2010. - 17, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010_sazhin.pdf
2. Ивания С. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Математическое моделирование физических процессов" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_1073_1323416814.doc. - Загл. с экрана.
3. Виноградов А. В. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Виноградов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=11&curs=784>. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 PascalABC.NET

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Проведение лекционных занятий с применением мультимедийного оборудования.

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведение на лабораторных численного моделирования физических процессов на ЭВМ.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование физических процессов

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Математическое моделирование физических процессов приведена в Таблице.
Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.7 способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	33. знать природу возникновения погрешностей при применении математических моделей и необходимости оценивать погрешность	Вычислительный эксперимент как метод решения разнообразных физических задач. Основные этапы вычислительного эксперимента. Математические модели задач в виде дифференциальных уравнений математической физики. Задача Коши в вычислительных методах. Конечно-разностные методы приближенного решения систем дифференциальных уравнений первого порядка. Применение метода Эйлера к задаче об остывании тела.	Отчет по лабораторной работе РГЗ, разделы 2,3	Зачет, вопросы 1-5
ОПК.7	34. математических основ численных моделей физических процессов, применяемых в современных научных и инженерных расчетах	Вынужденные колебания. Электрический колебательный контур. Аналогия механических и электрических колебательных систем. Вычислительный эксперимент как метод решения разнообразных физических задач. Основные этапы вычислительного эксперимента. Математические модели задач в виде дифференциальных уравнений математической физики. Гармонические незатухающие колебания (математический маятник). Учет затухания. Механические колебательные системы с учетом затухания. Задача Коши в вычислительных методах. Конечно-разностные методы приближенного решения систем дифференциальных уравнений первого порядка. Моделирование движения заряженных частиц в электромагнитном поле. Падение тел с учетом силы сопротивления движению (одномерное движение). Сила сопротивления при малых и больших числах Рейнольдса: формула Стокса, сила	Отчет по лабораторной работе РГЗ, разделы 1,4	Зачет, вопросы 6-12

		гидравлического сопротивления. Сила Лоренца (продолжение). Расчет скоростей и траекторий заряженной частицы в полях различных конфигураций. Сила сопротивления при малых и больших числах Рейнольдса: формула Стокса, сила гидравлического сопротивления (продолжение). Двумерные траектории: движение тела, брошенного под углом к горизонту при учете сопротивления движению. Силы, действующие на заряженную частицу в электрическом и магнитном поле. Сила Лоренца. Численное интегрирование уравнений движения Ньютона.		
ПК.6/ПК владение методами разработки проектной документации и проведения технических расчетов, оптимизации проектных параметров, определения боевой эффективности и надежности образцов боеприпасов и взрывателей	у1. уметь моделировать различные динамические воздействия на системы управления действием средств поражения	Вынужденные колебания. Электрический колебательный контур. Аналогия механических и электрических колебательных систем. Гармонические незатухающие колебания (математический маятник). Учет затухания. Механические колебательные системы с учетом затухания. Моделирование движения заряженных частиц в электромагнитном поле. Падение тел с учетом силы сопротивления движению (одномерное движение). Сила сопротивления при малых и больших числах Рейнольдса: формула Стокса, сила гидравлического сопротивления. Применение метода Эйлера к задаче об остывании тела. Сила Лоренца (продолжение). Расчет скоростей и траекторий заряженной частицы в полях различных конфигураций. Сила сопротивления при малых и больших числах Рейнольдса: формула Стокса, сила гидравлического сопротивления (продолжение). Двумерные траектории: движение тела, брошенного под углом к горизонту при учете сопротивления движению. Силы, действующие на заряженную частицу в электрическом и магнитном поле. Сила Лоренца. Численное интегрирование уравнений движения Ньютона.	Отчет по лабораторной работе РГЗ, разделы 1,4	Зачет, вопросы 6-12

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.7, ПК.6/ПК.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам).

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Студенту даётся 30 минут на подготовку. В ходе зачёта преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.7, ПК.6/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра газодинамических импульсных устройств

Паспорт зачета

по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-5, второй вопрос из диапазона вопросов 6-12 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-9 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10- 12 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент

при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *13-16 баллов*.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *17-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов»

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Основные этапы вычислительного эксперимента. Вклад каждого этапа в по

2. Математическая грешность результата эксперимента. модель задачи об остывании тела. Суть метода Эйлера приближенного решения дифференциального уравнения 1-го порядка. Понятия сходимости и точности решения.

3. Численное решение уравнений движения Ньютона. Приведение дифференциального уравнения 2-го порядка к системе двух дифференциальных уравнений 1-го порядка. Применение метода Эйлера для решения полученной системы.

4. Уравнение движения заряженной частицы в электромагнитном поле. Моделирование траектории движения частицы в постоянном магнитном поле с применением методов Эйлера и Рунге-Кутты.

5. Применение методов Эйлера и Рунге-Кутты к численному интегрированию уравнений колебаний.

6. Зависимость силы сопротивления от скорости при малых и больших числах Рейнольдса. Формула Стокса и сила гидравлического сопротивления.

7. Понятие о предельной скорости падения в среде с сопротивлением. Запись уравнений движения с использованием предельной скорости.

8. Моделирование траектории движения заряженной частицы в скрещенных электрическом (периодически изменяющемся со временем) и магнитном (постоянном) полях.

9. Линейные и нелинейные колебательные системы. Уравнение колебаний математического маятника. Колебания массы на пружине. Энергия колебаний.

10. Моделирование осциллятора с затуханием. Энергия затухающего гармонического осциллятора.

11. Моделирование колебаний при наличии внешней периодической силы. Поглощенная мощность и работа против силы сопротивления.

12. Понятие механического импеданса. Аналогия с колебаниями в электрической цепи.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Математическое моделирование физических процессов», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны провести моделирование физического процесса.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны описать математическую модель, составить алгоритм численного решения и написать программу.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Описание математической модели
2. Алгоритм численного решения
3. Программа
4. Выводы

Оцениваемые позиции:

Описание математической модели.

Правильность численного решения.

Правильность написанной программы.

Правила оформления:

Объем пояснительной записки составляет 10-15 стр. компьютерного набора. Формат бумаги А4 - 210 x 297 мм.

На титульном листе должно быть указано:

- дисциплина;
- номер и наименование темы расчетно-графического задания;
- Ф.И.О. и группа студента.

Вторым листом прилагается содержание, где не более чем на двух уровнях (глава, параграф) перечисляются разделы с указанием страниц. Брошюровка РГЗ - книжная; поля: сверху - 2 см, слева - 2,4 см, внизу - 1,6 см, справа - 1,6 см. Шрифт набора текста : 12-14

пунктов.

Межстрочный интервал - одинарный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки могут быть начерчены вручную или сканированы.

Подрисуночная надпись должна располагаться под рисунком по центру. Нумерация рисунков сквозная. К работе должен быть сделан список литературы (3-5 наименований). В списке указываются авторы, наименование, издательство, год издания.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), численное решение и программа сделаны с ошибками, оценка составляет 0-7 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: неполное описание математической модели, численное решение или программа выполнено неправильно, оценка составляет 8-11 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнены все части РГЗ(Р), численное решение и программа содержат незначительные ошибки, оценка составляет 12-15 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 16 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Расчетно-графическое задание

«Математическое моделирование физических процессов»

Моделирование движения тела

Задание 1.

Моделирование движения тела в среде с учетом силы сопротивления.

Промоделировать падение аэрозольной частицы в воздухе с высоты $H = 100$ м, если сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости (использовать формулу Стокса), радиус частицы $R = 50$ мкм, плотность материала частицы $\rho = 3,7 \cdot 10^3$ кг/м³.

1. Определить скорость падения частицы в момент ее приземления.
2. Вычислить предельную скорость и сравнить со скоростью в момент приземления.

Описать математическую модель, алгоритм численного решения, программу.
Провести анализ результатов.

Задание 2.

Моделирование движения тела в среде при наличии сопротивления

Промоделировать падение аэрозольной частицы в воздухе с высоты $H = 150$ м, если сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости (использовать формулу Стокса), радиус частицы $R = 100$ мкм, плотность материала частицы $\rho = 2,5 \cdot 10^3$ кг/м³.

1. Определить время падения частицы с высоты H .
2. Построить зависимость скорости от времени $V(t)$.

Описать математическую модель, алгоритм численного решения, программу.
Провести анализ результатов.

Задание 3.

Моделирование движения тела в среде с учетом силы сопротивления.

Промоделировать падение стальной пластины размером $5 \times 7 \times 0,1$ см в среде с высоты $H = 2$ м, если сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости (использовать формулу гидравлического сопротивления).

1. Определить время падения и построить зависимость скорости от времени $V(t)$, если среда – воздух.
2. Прodelать то же, если среда – ацетон.

Описать математическую модель, алгоритм численного решения, программу.
Провести анализ результатов.

Задание 4.

Промоделировать движение алюминиевого шарика радиусом $R = 2$ см, брошенного у поверхности Земли под углом $\alpha = 30^\circ$ с начальной скоростью $V_0 = 20$ м/с. Сила

сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости (использовать формулу для гидравлического сопротивления).

1. Рассчитать дальность полета.
2. Сравнить с дальностью полета при угле броска $\alpha = 45^\circ$.

Описать математическую модель, алгоритм численного решения, программу.
Провести анализ результатов.

Задание 5.

Моделирование движения тела при наличии сопротивления среды

Каучуковый шарик радиусом $R = 3$ см подбрасывают вверх с начальной скоростью $V_0 = 20$ м/с. Промоделировать его движение, если сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости (использовать формулу для гидравлического сопротивления).

1. Определить максимальную высоту, на которую поднимется шарик.
2. Рассчитать высоту подъема по аналитической формуле, не учитывающей сопротивление воздуха, и сравнить результаты.

Описать математическую модель, алгоритм численного решения, программу.
Провести анализ результатов.

Задание 6.

Моделирование движения тел при наличии сопротивления среды

Промоделировать падение тел равной массы, но различной формы в среде, если сила сопротивления движению пропорциональна квадрату скорости.

Использовать формулу для гидравлического сопротивления, в качестве среды выбрать воду; падение происходит с высоты $H = 10$ м.

1. Падающее тело – шарик из органического стекла (плексиглас) радиусом $R = 2$ см. Построить зависимость скорости от времени $V(t)$ в течение всего времени падения.
2. Падающее тело – квадратная пластинка из того же материала толщиной 2 мм.

Проделать то же, что и для шарика.

Описать математическую модель, алгоритм численного решения, программу.
Провести анализ результатов.

Задание 7.

Моделирование затухающих гармонических колебаний.

Для гармонического осциллятора квадрат собственной частоты $\omega_0^2 = 9$ [с⁻²], начальное смещение $x_0 = 1$ м, начальная скорость $V_0 = 0$. Исследуйте зависимость полной

энергии от времени для различных значений коэффициента затухания γ : $\gamma = 0; 0.1; 0.5; 1.0$. Построить соответствующие графики зависимости $E(t)$. Объяснить результаты.

Задание 8.

Моделирование гармонических колебаний под действием периодической вынуждающей силы.

Исследуйте зависимость амплитуды A установившихся вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы ω , если колебания происходят при следующих условиях: квадрат собственной частоты колебаний $\omega_0^2 = 9[\text{с}^{-2}]$, начальное смещение $x_0 = 0$, начальная скорость $V_0 = 0$, коэффициент затухания $\gamma = 0.5$. Постройте зависимость $A(\omega)$ для значений $\omega = 1; 2; 2.4; 2.8; 3; 3.2; 3.4$. Объясните результаты.

Задание 9.

Моделирование нелинейного маятника.

Для нелинейного маятника промоделируйте вынужденные колебания с периодической вынуждающей силой при следующих условиях: $\omega_0^2 = g/L = 9[\text{с}^{-2}]$; коэффициент затухания $\gamma = 0.5$, частота вынуждающей силы $\omega = 2\text{с}^{-1}$. Начальное смещение и начальная скорость равны нулю. Определить зависимость амплитуды установившихся колебаний от амплитуды вынуждающей силы при $f_0 = F/m = 0.5; 1; 2; 4[\text{кг/с}^2]$. Построить зависимость $A(f_0)$. Объяснить результаты.

Теплообмен и теплопередача

Задание 10.

Дано: Плоский лоток глубиной $h = 30 \text{ см}$ заполнен неподвижной водой ($\alpha = 0,0005 \text{ м}^2/\text{час}$) при температуре $t_0 = 17^\circ\text{C}$. Дно лотка выполнено из теплоизоляционного материала. Изменение температуры воды на поверхности может быть записано в виде

экспоненциальной зависимости:
$$t_{x=0} = t_0 + (t_k - t_0)(1 - e^{-\beta\tau})$$
$$t_k = 47^\circ\text{C}, \beta = 0,02\text{ч}^{-1}.$$

Найти: -температуру воды на глубине 15 см через 100 часов;

-построить зависимость температуры от времени на этой глубине.

Содержание отчета:

1. Геометрическая схема и математическая модель задачи.
2. Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
3. Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
4. Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Задание 11.

Дано: Плоская заготовка из низколегированной стали ($\lambda = 35 \text{ Вт/м} \cdot \text{град}$, $a = 0.039 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 20 \text{ см}$ имеет температуру окружающего воздуха $t_0 = 25^\circ \text{C}$. Затем одна поверхность приводится в контакт с жидкостью, имеющей температуру 75°C . Коэффициенты теплоотдачи от поверхности к жидкости $\alpha_1 = 200 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$, к воздуху $\alpha_2 = 20 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$

Найти: -температуру в центре заготовки через 12 минут;

- построить зависимость температуры от времени в этой плоскости

Содержание отчета:

1. Геометрическая схема и математическая модель задачи.
2. Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
3. Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
4. Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Задание 12.

Дано: Чугунная плита ($\lambda = 29 \text{ Вт/м} \cdot \text{град}$, $a = 0.025 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 20 \text{ см}$ теряет тепло с одной стороны по закону $S_0 / \sqrt{\tau}$, причем $S_0 = -10000 \text{ Вт} \cdot \text{час}^{1/2} / \text{м}^2$; вторая поверхность теплоизолирована. Первоначально плита была прогрета до $t_0 = 300^\circ \text{C}$.

Найти: -температуру плиты на расстоянии 4 см от охлаждаемой поверхности через 1 час;

-построить зависимость температуры от времени на этом расстоянии.

Содержание отчета:

1. Геометрическая схема и математическая модель задачи.
2. Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
3. Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
4. Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Задание 13.

Дано: На одной поверхности диэлектрической пластины ($a = 0.009 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 10 \text{ см}$ температура меняется по гармоническому закону с периодом $\tau_0 = 1 \text{ час}$ и амплитудой $T_n = 20^\circ \text{C}$ ($t_{x=0} = t_{cp} + T_n \sin 2\pi \frac{\tau}{\tau_0}$), $t_{cp} = 0^\circ \text{C}$.

На противоположной поверхности поддерживается температура, равная t_{cp} .

Найти: -амплитуду колебаний температуры в центре пластины;

-построить зависимость температуры от времени на этом расстоянии.

Содержание отчета:

- 1.Геометрическая схема и математическая модель задачи.
- 2.Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
- 3.Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
- 4.Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Комментарий к задаче. Чтобы получить достаточно большой отрезок синусоиды, нужно выбрать достаточно малый шаг по времени и достаточно большое число шагов. Это достигается, например, при следующих значениях параметров: $dx = 0,1$; $s=0,5$; число шагов в цикле по j равно 20 (или больше).

Задание 14.

Дано: Начальная температура в железобетонной стенке ($\lambda = 1.55 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, $a = 0,003 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 30 \text{ см}$ составляет $t_0 = 10^\circ\text{C}$. Стенка нагревается с одной поверхности тепловым потоком, изменяющимся с постоянной скоростью $S_0 = 50 \text{ Вт/м}^2\text{час}$, на второй поверхности поддерживается начальная температура.

Найти: -время, необходимое для нагрева средней плоскости стенки до температуры $t = 70^\circ\text{C}$;

-построить зависимость температуры от времени в этой плоскости.

Содержание отчета:

- 1.Геометрическая схема и математическая модель задачи.
- 2.Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
- 3.Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
- 4.Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Задание 15.

Дано: Никелевая пластина ($a = 0.053 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 30 \text{ см}$ имеет начальную температуру $t_0 = 40^\circ\text{C}$. Температура одной из поверхностей пластины повышается со скоростью $b = 120 \text{ град/час}$ ($t_{x=0} = t_0 + b\tau$). Вторая поверхность теплоизолирована.

Найти: -температуру в центральной плоскости пластины через 40 мин;

-построить зависимость температуры от времени в этой плоскости.

Содержание отчета:

- 1.Геометрическая схема и математическая модель задачи.
- 2.Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
- 3.Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.

4. Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Задание 16.

Дано: Кирпичная стена здания ($\lambda = 0.81 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, $a = 0.002 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 50 \text{ см}$ с начальной температурой $t_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ охлаждается в результате теплообмена с наружным воздухом при температуре $t_{cp} = -25 \text{ }^\circ\text{C}$. Внутренняя поверхность стены сохраняет начальную температуру. Коэффициент теплоотдачи к воздуху $\alpha = 8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$.

Найти: -температуру на наружной поверхности стенки через 48 часов;

-построить зависимость температуры от времени на этой поверхности.

Содержание отчета:

1. Геометрическая схема и математическая модель задачи.
2. Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
3. Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
4. Табличное и графическое представление результатов, выводы.

Задание 17.

Дано: Шамотная плита ($\lambda = 0.7 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, $a = 0.0167 \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 30 \text{ см}$ имеет начальную температуру, равную температуре среды: $t_0 = t_{cp} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$. В дальнейшем с одной стороны поверхности плита подвергается нагреву постоянным тепловым потоком $S = 700 \text{ Вт/м}^2$, с другой поверхности идет теплообмен со средой при коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$.

Найти: -температуру в срединной плоскости плиты через 5 часов после включения нагрева;

-построить зависимость температуры от времени в этой плоскости.

Содержание отчета:

1. Геометрическая схема и математическая модель задачи.
2. Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
3. Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
4. Табличное и графическое представление результатов, выводы

Задание 18.

Дано: В начальный момент времени в бетонной стенке ($a = 0.263 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{час}$) толщиной $h = 1 \text{ м}$ температура распределена по параболическому закону:

$$t_{\tau=0} = t_n + \Delta t \left[1 - \left(1 - \frac{x}{h} \right)^2 \right],$$

$$t_n = 5^\circ \text{C}, \Delta t = 12^\circ \text{C}$$

В дальнейшем на поверхности $x = 0$ температура поддерживается неизменной, а противоположная поверхность теплоизолирована.

Найти: -температуру на расстоянии 0,3 м от поверхности $x = 0$ через 30 часов;

-построить зависимость температуры от времени на этом расстоянии.

Содержание отчета:

1. Геометрическая схема и математическая модель задачи.
2. Математическая модель задачи в обобщенных (безразмерных) переменных.
3. Определение коэффициентов, используемых в программе, реализующей неявную схему МКР.
4. Табличное и графическое представление результатов, выводы.