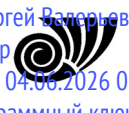


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.06.2026 09:22:35
Уникальный программный ключ:
891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e87761f3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»			
Версия документа - 1	стр. 1 из 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации**

по дисциплине

Непрерывные математические модели

Направление подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
*Методы математического моделирования
в ракетно-космической технике*

Присваиваемая квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Миасс 2026 г.

01.04.02 Прикладная математика и информатика, Методы математического моделирования в ракетно-космической технике, Непрерывные математические модели, 2026, очная

Фонд оценочных средств одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета
Миасского филиала ФГБОУ ВО
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

Заседанием кафедры прикладной математики

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Г.Ф. Костин

Структура фонда оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об утверждении шаблонов документов».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 3 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 4 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств.....	4
2. Перечень формируемых компетенций.....	4
2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной.....	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине.....	6
3.1 Виды оценочных средств.....	6
3.2 Содержание оценочных средств.....	7
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации. 22	
4.1 Порядок проведения промежуточной аттестации.....	22
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств.....	25
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций..	27



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 5 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: *01.04.02 «Прикладная математика и информатика»*

Направленность (профиль): *Методы математического моделирования в РКТ*

Дисциплина: *Непрерывные математические модели*

Семестр изучения: *4*

Форма промежуточной аттестации: *зачет*

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Непрерывные математические модели» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Формулирует основные теоретические положения в области математического моделирования ОПК-3.2 Демонстрирует умения давать содержательную интерпретацию полученных результатов при проведении анализа математических моделей ОПК-3.3	Для достижения ОПК-3.1: <i>знать</i> общие положения, связанные с понятием математической модели, основные подходы к построению и анализу математических моделей. Для достижения ОПК-3.2: <i>уметь</i> производить теоретический анализ и компьютерное исследование математических моделей. Для достижения ОПК-3.3: <i>владеть</i> навыками разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 6 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		Имеет практический опыт разработки и проведения анализа математических моделей при решении задач	деятельности.
--	--	--	---------------

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы/ разделы	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Раздел 1. Непрерывные математические модели 1	ОПК-3 <i>Знает</i> общие положения, связанные с понятием математической модели, основные подходы к построению и анализу математических моделей. <i>Умеет</i> производить теоретический анализ и компьютерное исследование математических моделей. <i>Владеет</i> навыками разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.	Контрольная работа Практическое задание 1	Вопросы к зачету
2	Раздел 2. Непрерывные математические модели 2	ОПК-3 <i>знает</i> понятие непрерывной математической модели и ее особенностей; <i>умеет</i> исследовать непрерывные математические модели; <i>владеет</i> методами построения непрерывных математических моделей для практических приложений.	Контрольная работа Практическое задание 2	Вопросы к зачету

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

3.2 Содержание оценочных средств для текущей аттестации Тестовые задания по дисциплине «Непрерывные математические



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 7 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

модели» (уровень: магистратура)

Часть 1. Открытые вопросы (10 заданий)

№	Формулировка задания
1	Дайте определение математической модели технического объекта. Сформулируйте основные требования к ней (адекватность, достаточная простота, полнота, робастность, наглядность) и приведите примеры их нарушения.
2	Сформулируйте П-теорему (теорему о размерностях). Как с её помощью определить число независимых безразмерных критериев подобия? Почему теория размерностей не даёт функциональный вид зависимости?
3	Что такое матрица размерностей? Как определить её ранг и как он связан с числом базисных параметров и количеством критериев подобия в задаче?
4	Опишите иерархию математических моделей (микро-, макро-, метаяуровень). Какие уравнения и физические процессы описываются на каждом уровне, и какие эффекты теряются при переходе между уровнями?
5	Сформулируйте принцип Гамильтона. Выведите с его помощью уравнение движения материальной точки в потенциальном поле и поясните его физический смысл.
6	В чём заключается метод аналогий при построении непрерывных моделей? Приведите пример электромеханической или гидротепловой аналогии и укажите, какие величины соответствуют друг другу.
7	Запишите уравнение теплопроводности и волновое уравнение. Охарактеризуйте граничные условия I, II и III рода, поясните их физическую интерпретацию в задачах теплообмена и колебаний.
8	Что такое автомодельное решение дифференциального уравнения в частных производных? Какова роль П-теоремы в поиске автомодельных переменных и снижении размерности задачи?
9	Дайте определение гильбертова пространства. Сформулируйте неравенство Коши-Буняковского и равенство параллелограмма. Почему последнее является критерием гильбертовости?
10	В чём заключается понятие обобщённого решения дифференциального уравнения? Как вводятся обобщённые производные и зачем они необходимы при описании разрывных полей (например, ударных волн)?

Часть 2. Закрытые вопросы (выберите один правильный ответ) (10 заданий)

№	Формулировка задания	Варианты ответов
11	Какое свойство математической модели означает её устойчивость к малым возмущениям входных данных и помехам измерений?	а) Адекватность; б) Робастность; в) Полнота; г) Наглядность
12	Согласно П-теореме, если физический процесс определяется n параметрами, а k из них имеют независимые	а) $n+k$; б) $n-k$; в) n/k ; г) $k-n$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 8 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	размерности, то число безразмерных критериев подобия равно:	
13	Уравнение переноса $\frac{\partial u}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial x} = 0$ описывает:	а) диффузию тепла; б) движение волны без дисперсии и затухания; в) колебания струны; г) стационарное распределение давления
14	Математическая модель, в которой параметры заданы точно, а результат однозначно определяется входными данными, называется:	а) Стохастической; б) Вероятностной; в) Детерминированной; г) Эмпирической
15	Какое пространство является полным нормированным линейным пространством?	а) Гильбертово; б) Банахово; в) Метрическое; г) Топологическое
16	Уравнение Буссинеска используется для моделирования:	а) движения грунтовых вод; б) колебаний электрического контура; в) распространения звука в газе; г) стационарного теплообмена
17	Принцип Гамильтона утверждает, что истинная траектория механической системы обеспечивает:	а) минимум кинетической энергии; б) стационарность действия; в) максимум потенциальной энергии; г) постоянство импульса
18	Что такое обобщённая функция (распределение) в теории дифференциальных уравнений?	а) Функция, непрерывная на всей области; б) Линейный функционал на пространстве гладких финитных функций; в) Решение, удовлетворяющее уравнению в классическом смысле; г) Функция с ограниченными производными
19	Какое условие является необходимым и достаточным для того, чтобы норма в линейном пространстве была порождена скалярным произведением?	а) Неравенство треугольника; б) Равенство параллелограмма; в) Неравенство Гёльдера; г) Полнота пространства
20	Метод построения разностных схем, основанный на интегрировании уравнения по контрольным объёмам и соблюдении законов сохранения на дискретном уровне, называется:	а) Методом конечных разностей; б) Методом конечных элементов; в) Методом конечных объёмов; г) Методом спектральных разложений

Часть 3. Задания на соответствие (5 заданий)

№	Задание
21	Установите соответствие между требованием к математической модели и его содержанием: А) Адекватность — 1) Способность модели отражать заданные свойства объекта с погрешностью не выше допустимой Б) Полнота — 2) Возможность получить интересующий результат с помощью



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 9 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	математических методов В) Робастность — 3) Независимость результатов от малых возмущений параметров и помех Г) Наглядность — 4) Ясность физического смысла параметров и возможность их экспериментального измерения
22	Установите соответствие между типом уравнения и физическим процессом: А) Уравнение теплопроводности — 1) Диффузия тепла или вещества в сплошной среде Б) Волновое уравнение — 2) Распространение колебаний (звук, свет, вибрации) В) Уравнение Буссинеска — 3) Фильтрация жидкости в пористом грунте Г) Уравнение переноса — 4) Конвективный перенос скалярной величины без диффузии
23	Установите соответствие между функциональным пространством и его определяющим свойством: А) Метрическое пространство — 1) Задана функция расстояния, удовлетворяющая аксиомам метрики Б) Линейное нормированное пространство — 2) Задана норма и линейные операции над элементами В) Гильбертово пространство — 3) Норма порождена скалярным произведением, выполнено равенство параллелограмма Г) Банахово пространство — 4) Полное нормированное линейное пространство
24	Установите соответствие между методом построения модели и его основой: А) Законы сохранения — 1) Уравнения движения выводятся из баланса массы, импульса, энергии Б) Вариационные принципы — 2) Истинное состояние системы соответствует экстремуму функционала В) Метод аналогий — 3) Перенос математического аппарата из одной предметной области в другую Г) Иерархический подход — 4) Постепенное усложнение модели от идеализированной к реалистичной
25	Установите соответствие между понятием и определением в контексте точности моделей: А) Верификация — 1) Проверка корректности численной реализации модели (соответствие кода математике) Б) Валидация — 2) Сравнение результатов модели с реальными экспериментальными данными В) Сходимость разностной схемы — 3) Стремление сеточного решения к точному при $h \rightarrow 0$ Г) Погрешность аппроксимации — 4) Отклонение разностного оператора от дифференциального на точном решении

Ключи к тесту и критерии оценивания

№	Верный ответ	Критерии оценивания
---	--------------	---------------------



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 10 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

задания		
1	Мат. модель — система соотношений, описывающая поведение объекта. Требования: адекватность (соответствие реальности), простота (отсутствие излишних факторов), полнота (достижимость цели), робастность (устойчивость к помехам), наглядность (интерпретируемость). Примеры нарушения: модель без учёта трения (неадекватна), модель с 50 незначимыми параметрами (сложна), модель без измеримых величин (неполна).	2 балла: полное определение + все 5 требований + примеры; 1 балл: определение + 2–3 требования; 0 баллов: неверно
2	П-теорема: зависимость n параметров сводится к $n - k$ безразмерным комплексам, где k — ранг матрицы размерностей. Не даёт вид $f(P_1, \dots) = 0$ и численные коэффициенты, так как не учитывает физический механизм явления.	2 балла: формулировка + объяснение ограничения; 1 балл: только формулировка; 0 баллов: неверно
3	Матрица размерностей: строки — базисные единицы (M, L, T...), столбцы — параметры. Ранг k = число независимых базисных параметров. Число критериев = $n - k$. Ранг определяет, сколько параметров можно взять в качестве масштабирующих.	2 балла: определение + связь ранга с k и $n - k$; 1 балл: только определение/без связи; 0 баллов: неверно
4	Микроуровень: частицы, кинетические уравнения. Макроуровень: сплошная среда, УрЧП (Навье-Стокса, теплопроводности). Метауровень: интегральные балансы, алгебраические зависимости. Переход: осреднение, введение эффективных коэффициентов. Теряются: флуктуации, микронеоднородности.	2 балла: описание уровней + переход + потери; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
5	Принцип Гамильтона: $\delta S = \delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = 0$. Для точки: $L = T - U = \frac{m x^2}{2} - U(x)$. Уравнение Эйлера-Лагранжа: $\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L}{\partial x} = 0 \Rightarrow m \ddot{x} = -\frac{dU}{dx} = F$. Физический смысл: траектория минимизирует действие.	2 балла: формулировка + вывод + физический смысл; 1 балл: только формулировка/вывод; 0 баллов: неверно
6	Метод аналогий: разные физические процессы описываются одинаковыми уравнениями.	2 балла: суть + пример с соответствием величин; 1 балл: только пример/суть; 0



	Пример: электрическая цепь $Lq + Rq + \frac{1}{C}q = E(t)$ \leftrightarrow механический осциллятор $m\ddot{x} + \mu\dot{x} + kx = F(t)$. Соответствие: $m \leftrightarrow L, \mu \leftrightarrow R, k \leftrightarrow 1/C, x \leftrightarrow q$.	баллов: неверно
7	Теплопроводность: $\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(k \nabla T) + Q$. Волновое: $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \Delta u$. ГУ I рода: задана температура/смещение. ГУ II рода: задан поток/сила. ГУ III рода: конвекция/упругое закрепление (линейная комбинация функции и её производной).	2 балла: уравнения + 3 типа ГУ с физическим смыслом; 1 балл: уравнения + 1–2 типа ГУ; 0 баллов: неверно
8	Автомодельное решение: независимые переменные входят только в комбинации $\xi = x/t^\alpha$. П-теорема позволяет найти инварианты подобия, сводя УрЧП к ОДУ. Пример: задача о точечном взрыве (Седова-Тейлора). Позволяет снизить размерность и найти точные решения.	2 балла: определение + роль П-теоремы + пример/снижение размерности; 1 балл: только определение; 0 баллов: неверно
9	Гильбертово пространство — полное пространство со скалярным произведением.	2 балла: определение; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
10	Обобщённое решение удовлетворяет уравнению в смысле распределений (интегрально). Обобщённая производная: $\langle u', \varphi \rangle = -\langle u, \varphi' \rangle$. Необходимы для описания разрывов, ударных волн, точечных источников (дельта-функция), когда классическое решение не существует. Связано с теоремой Рисса о представлении линейных функционалов.	2 балла: определение + формула обобщ. производной + необходимость/связь с Рисса; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
11	б) Робастность	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
12	б) $n - k$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
13	б) движение волны без дисперсии и затухания	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
14	в) Детерминированной	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
15	б) Банахово	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
16	а) движения грунтовых вод	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
17	б) стационарность действия	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 12 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

18	б) Линейный функционал на пространстве гладких финитных функций	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
19	б) Равенство параллелограмма	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
20	в) Методом конечных объёмов	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
21	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
22	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
23	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
24	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок
25	А-1, Б-2, В-3, Г-4	2 балла: все верно; 1 балл: 1 ошибка; 0 баллов: ≥ 2 ошибок

Шкала оценивания

Сумма баллов	Оценка	Уровень освоения компетенций
36–40	Отлично (5)	Продвинутый
28–35	Хорошо (4)	Базовый
20–27	Удовлетворительно (3)	Пороговый
0–19	Неудовлетворительно (2)	Компетенции не сформированы

3.2.1 Перечень практических заданий

№ п/п	Формулировка задачи	Решение/ответ	Код контролируемой компетенции
1	Раздел 1 Рассматривается идеальная одноступенчатая ракета, у которой непрерывно отбрасывается отработавшая и ставшая ненужной часть структурной массы (к моменту полного сгорания топлива $m_s=0$). Пользуясь законом сохранения импульса покажите, что максимальная скорость такой ракеты определяется по формуле $v=v_0+u \ln(1+m_0/m_p)$.	См. приложение А.1	ОПК-3
2	Раздел 2 Даны масса камня, начальные координаты, начальные скорости и угол броска камня. Движение	См. приложение А.2	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 13 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

происходит в поле силы тяжести с постоянным ускорением свободного падения и описывается вторым законом Ньютона. Сопротивлением воздуха пренебрегаем. Фазовыми переменными являются координаты камня и компоненты скорости. Определить закон движения камня и изменение скорости. Построить графики.
Сила сопротивления воздуха направлена против движения камня. Ее компоненты выражаются через компоненты скорости по формуле $F_{тр} = Av + Bv^3$, где $A=0.1$ Нс/м, $B=0.001$ Нс³/м³
Определить закон движения камня и изменение скорости с учетом сопротивления воздуха. Построить графики. Построить на одном рисунке графики движения камня без учета и с учетом сопротивления воздуха.

3.2.2 Примеры вопросов для контрольной работы

Контрольная работа 1

Билет 1

1. Понятие математической модели. Примеры.
2. Формулирование математической задачи.

Контрольная работа 2

Билет 2

1. Построение моделей на основе законов сохранения: модель ракеты.
2. Принцип Гамильтона: шарик на пружинке.

3.3 Критерии оценивания по видам оценочных средств

Контрольная работа

«Отлично»

Свободно владеет понятийным аппаратом, умеет использовать его при анализе философских категорий.

Знание и свободное владение фактическим материалом по теме.

Достаточно глубоко знает принципы формулирования философской позиции.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 14 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Умеет выявлять и анализировать проблемы и предлагает способы их решения. Умеет оценивать результат.

Свободное владение речью, логичность и последовательность в изложении материала.

«Хорошо»

Владеет понятийным аппаратом, но при использовании его допускает неточности.

Незначительные неточности в изложении фактического материала.

Допускает незначительные ошибки при формулировании философской позиции.

Допускает отдельные неточности и затруднения при анализе и выявлении проблем и предложении решений.

Испытывает отдельные затруднения в логичности и последовательности изложения материала.

«Удовлетворительно»

В основном знает содержание понятий, но допускает ошибки в их использовании.

Испытывает затруднения в изложении фактического материала.

Испытывает значительные затруднения при формулировании философской позиции.

Испытывает значительные трудности при анализе фактического материала и формировании решения проблем.

Материал в значительной степени излагается бессистемно и с нарушением логических связей.

«Неудовлетворительно»

Не владеет основными понятиями по предмету.

Не владеет фактическим материалом.

Отсутствуют знания основных принципов формулирования философской позиции.

Не умеет анализировать и выявлять проблемы философского характера в конкретных ситуациях.

Отсутствие логики в изложении материала

Отметка «отлично» ставится в том случае, если по четырём из пяти критериев ответ оценивается «отлично» и по одному – на «хорошо».

Отметка «хорошо» – если по четырём критериям – не ниже «хорошо» и по одному «удовлетворительно».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 15 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Отметка «удовлетворительно» – если по четырём критериям не ниже «удовлетворительно» и по одному – «неудовлетворительно».

Отметка «неудовлетворительно» – если по двум и более критериям «неудовлетворительно».

Практическая работа

«Отлично»

Задача практической работы выполнена полностью либо с незначительными недоработками. Магистрант легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом, обладает умением связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Может проанализировать поставленную задачу, пояснить выбранный подход и обозначить шаги по устранению возможных недоработок

«Хорошо»

Задача практической работы выполнена не полностью, с недоработками. Магистрант демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, грамотно излагает свою позицию, способен проанализировать поставленную задачу и выбор подхода к ней

«Удовлетворительно»

Задача практической работы не выполнена, магистрант демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале, неуверенно излагает свою позицию, однако может проанализировать поставленную задачу и выбор подхода к ней

«Неудовлетворительно»

Задача практической работы не выполнена, магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Не может проанализировать поставленную задачу и объяснить выбор подхода к ней.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Порядок проведения и содержание оценочных средств для промежуточной аттестации



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 16 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в 4-м семестре.
Студент отвечает на два вопроса из выбранного случайным образом билета. Во время подготовки можно использовать справочные материалы. Время подготовки – 20 минут. Продолжительность ответа– 10 минут.
Оценочные средства для промежуточной аттестации представлены базой вопросов к зачету.

4.1.1 База вопросов к зачету

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов/ правильный ответ/план ответа	Код контролируемой компетенции
<i>Раздел 1</i>			
1	Понятие математической модели. Примеры.	Привести определение математической модели. Виды математических моделей (линейные, нелинейные, детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные) Примеры конкретных математических моделей (модель полета камня, нагрева заготовки).	ОПК-3
2	Требование адекватности. Примеры.	Определение адекватности математической модели (способность отражать заданные свойства объекта с погрешностью, не выше заданной). Определение оценки адекватности математической модели (проверка соответствия модели реальной системе). Подходы к оценке адекватности (по средним значениям откликов модели и системы, по дисперсиям отклонений откликов модели от среднего значения откликов систем). Привести пример оценки адекватности.	ОПК-3
3	Требование достаточной простоты. Примеры.	Определения достаточности (модель не должна быть "перегружена" второстепенными факторами). Пример оценки достаточности (при моделировании электрических цепей не нужно описывать движение	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 17 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		электронов).	
4	Требования полноты, продуктивности, робастности и наглядности. Примеры.	Определения полноты (модель позволяет с помощью математических методов получить интересующий результат). Определение продуктивности (в модель должны входить такие величины, которые можно реально измерить). Определение робастности (независимость влияния на результат исследования различного рода выбросов, устойчивости к помехам). Определение наглядности (ясность физического смысла параметров модели). Примеры оценки полноты, продуктивности, робастности, наглядности на конкретной модели (например, при моделировании нагрева заготовки).	ОПК-3
5	Структурные и функциональные модели. Примеры.	Определение и особенности структурной модели (предназначены для отображения структурных свойств объекта). Определение и особенности функциональной модели (предназначены для отображения физических или информационных процессов, протекающих в технологических системах при их функционировании). Примеры структурной и функциональных моделей (структурная схема/модель теплопереноса)	ОПК-3
6	Дискретные и непрерывные модели. Примеры.	Определение непрерывной модели (отражают непрерывные процессы, протекающие во времени). Определение дискретной модели (описывают дискретные процессы). Примеры непрерывной и дискретной моделей (движение камня описывает система дифф. уравнений / цифровая СУ).	ОПК-3
7	Детерминированные и вероятностные модели. Примеры.	Определение детерминированной модели (аналитическое представление закономерности, операции и т.п., при	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 18 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		<p>которых для данной совокупности входных значений на выходе системы может быть получен единственный результат). Определение вероятностной модели (все или хотя бы некоторые переменные принимают случайные значения или являются их функциями, для описания которых необходим математический аппарат теории вероятностей и математической статистики). Примеры детерминированной и вероятностной моделей (база адресов/надёжность).</p>	
8	Линейные и нелинейные модели. Примеры	<p>Определение линейной модели (задаются в виде линейной формы управляющих переменных и имеют линейные ограничения. Справедлив принцип суперпозиции). Определение нелинейной модели (не подчиняются принципу суперпозиции). Примеры линейной и нелинейной моделей.</p>	ОПК-3
9	Линеаризация. Примеры.	<p>Определение линеаризации (исследование нелинейной системы заменяется анализом линейной системы). Основные способы линеаризации (аналитический метод, метод замены переменных, логарифмирования, обратного преобразования). Пример применения линеаризации (линеаризовать функцию заменой на прямую в малом диапазоне).</p>	ОПК-3
10	Построение содержательной модели. Примеры.	<p>Определение содержательной модели (абстрактная модель, определяющая структуру моделируемой системы, свойства ее элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования). Принципы построения содержательной модели (идеализация, выписываются соответствующие соотношения, т.е. перевод на формальный математический язык) Примеры содержательных моделей</p>	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 19 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		(идеальная пружина, маятник).	
11	Формулирование математической задачи. Примеры.	Определение математической постановки задачи (формулировка задачи как задачи некоторого раздела математики; совокупность математических соотношений, описывающих поведение и свойства объекта моделирования). Примеры формулирования математической задачи (уравнение движения тела в поле тяготения Земли, описываемое с помощью дифф. уравнений)	ОПК-3
12	Подбор эмпирической формулы. Примеры.	Определение эмпирической формулы (приближенные значения аналитических формул или формулы, описывающие закономерности результатов эксперимента). Метод выбранных точек; Метод средних; Метод наименьших квадратов. Примеры подбора эмпирических формул (в физических экспериментах; степенная, показательная и т.д.).	ОПК-3
13	О размерностях величин. Примеры.	Определение размерности (выражение, показывающее связь этой величины с основными величинами данной системы физических величин). Примеры анализа контроля размерности (второй закон Ньютона).	ОПК-3
14	Подобие объектов. Примеры.	Определение подобия (взаимно-однозначное соответствие между двумя объектами, при котором возможен переход от параметров одного объекта к параметрам другого). Примеры применения подобия (подобие треугольников, подобие параметров при гидродинамических экспериментах).	ОПК-3
15	Иерархический подход к построению моделей. Примеры.	Понятие иерархический подхода к построению моделей (постепенное наращивание модели, от простой к сложной). Примеры применения иерархический подхода к построению моделей (многоступенчатая ракета).	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 20 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

16	Конечные уравнения. Примеры.	Конечно-разностные уравнения (определение, метод конечных разностей; замена производных разностными схемами). Метод конечных объемов (численный метод интегрирования систем дифференциальных уравнений в частных производных; привести математическое описание). Примеры (в задачах теплопереноса, аэродинамики)	ОПК-3
17	Уравнения для функций одного аргумента.	Определение функционального уравнения (уравнение, выражающее связь между значением функции в одной точке с её значениями в других точках) Запись и решение (формулировка) функционального уравнения для функции одного аргумента	ОПК-3
18	Уравнения для функций нескольких аргументов.	Определение функционального уравнения (уравнение, выражающее связь между значением функции в одной точке с её значениями в других точках) Запись и решение (формулировка) функционального уравнения для функции нескольких аргументов.	ОПК-3
19	Задачи на экстремум с конечным числом степеней свободы. Примеры.	Определение понятия «число степеней свободы». Необходимые и достаточные условия экстремума. Уравнения связи. Метод Лагранжа.	ОПК-3
20	Задачи на экстремум с искомой функцией. Примеры.	Пример классической постановки вариационной задачи (типа задачи о брахистотроне).	ОПК-3

<i>Раздел 2</i>			
1	Построение моделей на основе законов сохранения. Пример.	Законы сохранения (сохранения массы, неразрывности потока, сохранения энергии, сохранения импульса) Пример применения закона сохранения в прикладных задачах (вывод формулы Циолковского)	ОПК-3
2	Применение	Понятие вариационных принципов в	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 21 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	вариационных принципов в построении модели. Пример.	построении модели (общие утверждения о рассматриваемом объекте; что из всех возможных вариантов его поведения выбираются лишь те, которые удовлетворяют определенному условию). Пример (автомобиль, движущийся с постоянной скоростью v , должен попасть из точки А в точку В и при этом коснуться некоторой прямой линии С)	
3	Применение аналогий при построении моделей. Пример.	Аналогии при построении моделей (некоторые процессы в природе описываются аналогичными законами). Пример построения модели с применением аналогий (законы теплопереноса имеют аналогию с законами в электрических цепях).	ОПК-3
4	Траектория всплытия подводной лодки. Пример.	Построение траектории всплытия подводной лодки с применением принципов построения математических моделей (вывести уравнения движения, построить график).	ОПК-3
5	Движение в поле сил тяготения. Пример.	Построение модели движения материальной точки в поле сил тяготения (вывести уравнения динамики движения, построить график).	ОПК-3
6	Принцип Гамильтона. Пример.	Определение принципа Гамильтона (способ получения уравнений движения физической системы при помощи поиска стационарного значения действия). Пример применения принципа Гамильтона (уравнение движения частицы через полярные координаты).	ОПК-3
7	Колебания жидкости в сосуде.	Формулировка задачи об U-образной трубке с жидкостью. Получение уравнения изменения уровней жидкости на основе сохранения закона сохранения энергии. Аналогия с колебанием шарика на пружинке.	ОПК-3
8	Колебания в электрическом контуре.	Вывести дифференциальное уравнение колебаний в LC-цепи из выражения	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное
 учреждение высшего образования
 «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
 Миасский филиал
 Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
 по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
 моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 22 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		напряжения катушки индуктивности и тока через конденсатор. Записать общий вид решения.	
9	Взаимодействие биологических популяций.	Записать систему дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействие двух видов. Проанализировать модель и сделать выводы: уравнения конкуренции предсказывают выживание одного из двух видов в случае, если собственная скорость роста другого вида меньше некоторой критической величины; оба вида могут сосуществовать, если произведение коэффициентов межпопуляционного взаимодействия меньше произведения коэффициентов внутривидового взаимодействия.	ОПК-3
10	Модель зарплаты и занятости.	Построение модели зарплаты и занятости, исходя из предположений: работодатели изменяют зарплату пропорционально отклонению численности занятых от равновесного значения, число работников увеличивается или уменьшается также пропорционально росту или уменьшению зарплаты относительно значения зарплаты p_0 . Получить уравнение колебаний.	ОПК-3
11	Нелинейные модели. Примеры	Определение нелинейных моделей (принцип суперпозиции не выполняется). Примеры нелинейных моделей (датчики, процессы в природе).	ОПК-3
12	Волновое уравнение и уравнение теплопроводности. Основные краевые задачи.	Запись волнового уравнения с пояснениями $\Delta u = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$. Запись уравнения теплопроводности с пояснениями $\frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial \tau} - \Delta T = \frac{q_v}{\lambda}$. Определение краевых задач. Граничные условия I-IV рода. Волновое уравнение, уравнение Лапласа, уравнение теплопроводности.	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 23 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		Краевые задачи 1,2,3 рода (граничные условия 1,2,3 рода).	
13	Поток частиц в трубе. Уравнение переноса.	Нарисовать схему движения частиц в трубе. Допущения, применяемые при построении модели (частицы между собой не взаимодействуют; начальная скорость частиц в одном поперечном сечении одинакова; начальная плотность зависит только от координаты; внешние силы, действующие на частицы, направлены вдоль оси). Запись уравнения переноса с пояснениями (дифференциальное уравнение в частных производных, описывающее изменение скалярной величины в пространстве и времени; $\frac{\partial u}{\partial t} + v \cdot \text{grad } u = 0$ – уравнение линейного переноса).	ОПК-3
14	Модель движения грунтовых вод. Уравнение Буссинеска.	Описание модели движения грунтовых вод уравнением Буссинеска (описывает форму свободной поверхности жидкости при её течении в пористом грунт). Привести уравнение	ОПК-3
15	Применимость математического анализа в прикладных исследованиях. Примеры.	Примеры из истории развития математики и механики (Эйлер, Бернулли, Жуковский, Циолковский ...)	ОПК-3
16	Метрические и линейные нормированные пространства. Мера. Интеграл Лебега.	Определение метрических пространств. Определение линейных нормированных пространств. Определение меры. Примеры мер (Жордана, Бореля, Лейбега) Определение интеграла Лейбега и его связь с мерой.	ОПК-3
17	Гильбертовы пространства. Базисы.	Неравенства Гёльдера для сумм и для интегралов. Определение и примеры гильбертовых пространств. Непрерывность скалярного произведения. Критерий гильбертовости пространства (равенство параллелограмма). Определение базиса. Виды базисов (базис Гамеля, базис Шаудера). Ортогональные базисы.	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 24 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

18	Линейные и нелинейные операторы. Обобщенные функции.	Определение линейного оператора. Операторы Фредгольма и Вольтерра. Непрерывные и ограниченные операторы, критерий непрерывности линейного оператора. Норма оператора. Алгоритм отыскания нормы оператора. Определение обобщенных функций. Операции над обобщенными функциями (произведение, дифференцирование). Свойства обобщенных функций. Примеры обобщенных функций (локально конечная мера).	ОПК-3
19	Принцип максимума и теоремы сравнения.	Формулировка принципа максимума (функция может принимать экстремальные значения либо в начальный момент времени, либо на границе области D). Формулировка теорем сравнения ($ y(P) \leq Y(P) \forall P \in \bar{\omega}_h$, $ y(P) \leq Y(P) \forall P \in \bar{\omega}_h$, /оценка).	ОПК-3
20	Методы построения и исследования решений.	Классификация методов (аналитический, численный, Структурный, имитационный ...) Определения понятий верификации и валидации модели и ПО. Свойство и проверка адекватности.	ОПК-3
21	Асимптотические разложения.	Определение асимптотического разложения, математическая формулировка. Область применения асимптотического разложения (аппроксимация функций)	ОПК-3
22	Интегральные представления решений.	Условие неразрывности в газовой динамике в интегральной и дифференциальной формах. Интегральная форма уравнений Эйлера в газовой динамике.	ОПК-3
23	Автомодельные решения.	Автомодельность (симметрия задачи, позволяющая скомпенсировать масштабные преобразования независимых переменных соответствующим растяжением решения). Определение автомодельного	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 25 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		решения (решение некоторой системы или уравнения двух независимых переменных, в которое независимые переменные входят не произвольным образом, а лишь в комбинации). Питеорема. Примеры применения автотодельных решений (в аэрогазодинамике).	
24	Решения типа бегущих и стоячих волн.	Уравнения бегущей и стоячей волны. Запись с пояснениями решения типа бегущей волны ($u(x, t) = A(t)g(x - Vt)$) Запись с пояснениями решения типа стоячей волны ($Y(z, t) = Z(t)T(Tt)$)	ОПК-3
25	Обобщенные решения.	Определение обобщенной производной. Определение обобщенного решения дифференциального уравнения. Обобщенное решение первой краевой задачи для эллиптического уравнения. Теорема Рисса (формулировка). Теоремы существования и единственности обобщенного решения (формулировка). Обобщенное решение второй краевой задачи для эллиптического уравнения. Теоремы существования и единственности обобщенного решения (формулировка). Примеры применения обобщенных решений (обобщенные решения уравнений колебаний)	ОПК-3
26	Степень точности решения.	Определение точности (заданный уровень допустимого несоответствия значений их действительных параметров расчётным значениям). Определение абсолютной погрешности. Определение относительной погрешности. Оценка требуемой точности в математическом моделировании.	ОПК-3
27	Численное моделирование. Элементарные понятия теории разностных схем.	Определение численного моделирования (создание математической модели движения изучаемой системы и дальнейшее её	ОПК-3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 26 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		исследование с использованием численных методов, которые реализуются на ЭВМ). Определение разностной схемы (конечная система алгебраических уравнений, поставленная в соответствие какой-либо дифференциальной задаче, содержащей дифференциальное уравнение и дополнительные условия). Сетки и сеточные функции. Понятие сходимости разностной схемы (сходимость к точному решению при уменьшении шага сетки). Устойчивость разностной схемы.	
--	--	--	--

4.1.3 Образец билета к зачету:

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Направление «Прикладная математика и информатика»

Дисциплина «Непрерывные математические модели»

Билет №1

1. Понятие математической модели. Примеры.
2. Формулирование математической задачи.

Преподаватель
Зав. кафедрой прикладной математики

Ю.А. Мокин
Е.В. Дутикова

4.2 Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания	
		Зачтено	Не зачтено
ОПК-3	Знает общие положения, связанные с понятием математической модели,	Знает общие положения, связанные с	Не знает общие положения, связанные с понятием



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 27 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	<p>основные подходы к построению и анализу математических моделей.</p> <p><i>Умеет</i> производить теоретический анализ и компьютерное исследование математических моделей.</p> <p><i>Владеет</i> навыками разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>понятием математической модели, основные подходы к построению и анализу математических моделей.</p> <p><i>Умеет</i> производить теоретический анализ и компьютерное исследование математических моделей.</p> <p><i>Владеет</i> навыками разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>математической модели, основные подходы к построению и анализу математических моделей.</p> <p><i>Не умеет</i> производить теоретический анализ и компьютерное исследование математических моделей.</p> <p><i>Не владеет</i> навыками разработки математических моделей и их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности.</p>
--	--	--	---

4.3 Критерии оценивания зачета

Письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины оценивается положительно с выставлением оценки «зачтено» в следующих случаях:

– магистрант глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает соответствующие задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; показана совокупность осознанных знаний об объекте изучения, доказательно раскрыты основные положения (свободно оперирует понятиями, терминами, персоналиями и др.);



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 28 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

в ответе прослеживается чёткая структура, выстроенная в логической последовательности; ответ изложен литературным грамотным языком и носит самостоятельный характер.

– ответ магистранта соответствует указанным выше критериям, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; были допущены неточности в определении понятий, персоналий, терминов, дат и др, допущенные ошибки исправляются магистрантом после дополнительных вопросов преподавателя.


– магистрант обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Оценка «не зачтено» за письменный и письменно-устный ответ магистранта по вопросам дисциплины выставляется в случаях, когда:

– магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровень освоения компетенций	Оценка
Продвинутый	Зачтено
Базовый	Зачтено
Пороговый	Зачтено

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 29 из 35	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень:

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание базовых терминов, основных понятий непрерывных математических моделей;
- студент способен давать ответы на теоретические вопросы дисциплины, использовать базовые термины; производить построение, верификацию и реализацию непрерывных математических моделей.

2. Базовый уровень:

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется понимание определений и теорем теории непрерывных математических моделей с доказательствами;
- студент способен решать более сложные задачи теории непрерывных математических моделей, умеет доказывать основные положения теории.

3. Продвинутый уровень:

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируется знание системы терминов, межпредметные связи; понимание доказательств основных теорем теории непрерывных математических моделей;
- студент способен использовать систему научных понятий теории непрерывных математических моделей, решать задачи на доказательство утверждений теории непрерывных математических моделей, применять теоретические положения для решения практических задач с применением прикладных пакетов.

Приложение А – Решение практических заданий

А.1 – Решение практического задания 1

Для вычисления импульса ракеты и импульса реактивных газов введем следующие величины:

- m – масса ракеты;
- Δm – отбрасываемая масса ракеты за малый промежуток времени;
- v – скорость ракеты в текущий момент времени;



- $\Delta v \Delta v$ – приращение скорости ракеты за малый промежуток времени;
- uu – скорость отбрасываемых газов;

Импульс ракеты вычисляется из следующего выражения:

$$p_p = (m - \Delta m) \cdot (v + \Delta v)$$

Импульс реактивных газов вычисляется из следующего выражения:

$$p_{\text{реакт.}} = m \cdot (v - u)$$

Исходя из закона сохранения импульса, можно записать равенство:

$$p = p_p + p_{\text{реакт.}}$$

Выполнив подстановку полученных выше соотношений, получим:

$$mv = (m - \Delta m) \cdot (v + \Delta v) + m \cdot (v - u)$$

Раскрыв скобки и упростив выражение, получим:

$$m \cdot \Delta v = -\Delta m \cdot u - \Delta m \cdot \Delta v$$

Слагаемым $\Delta m \cdot \Delta v$ можно пренебречь, т.к. $\Delta m \Delta m$ много меньше по сравнению с mm . Разделив обе части выражения на dt , получим:

$$m \frac{dv}{dt} = -u \frac{dm}{dt}$$

Выразим из полученного соотношения dv :

$$dv = -u \frac{dm}{m}$$

Интегрируем левую часть выражения по скорости, а правую часть по массе:

$$\int_{v_0}^v dv = -u \int_{m_0}^m \frac{dm}{m}$$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 31 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

где m_0 – стартовая масса ракеты;
 v_0 – стартовая скорость ракеты;

Проинтегрировав данное выражение, получим:

$$v - v_0 = -u \ln \frac{m}{m_0}$$

Выразим из полученного выражения v и проведем преобразования:

$$v = v_0 + u \ln \frac{m_0}{m}$$

Представим стартовую массу ракеты как сумму массы топлива и самой ракеты:

$$v = v_0 + u \ln \frac{m_r + m_p}{m_p}$$

или

$$v = v_0 + u \ln \left(1 + \frac{m_r}{m_p} \right)$$

А.2 – Решение практического задания 2

Уравнения движения для камня без учета сопротивления воздуха будут иметь вид:

$$\begin{cases} \ddot{x} = 0; \\ \ddot{y} = -g; \end{cases}$$

Разделив обе части уравнений на массу камня m и приведя данную систему дифференциальных уравнений к форме Коши, получим:

$$\begin{cases} \dot{x} = v_x, \\ \dot{y} = v_y, \\ \dot{v}_x = 0, \\ \dot{v}_y = -g; \end{cases}$$

Начальные условия:



$$\begin{cases} v_x(0) = v_0 \cdot \cos \alpha, \\ v_y(0) = v_0 \cdot \sin \alpha, \\ x(0) = x_0, \\ y(0) = y_0, \end{cases}$$

где v_0 – начальная скорость камня;

α – угол броска камня к горизонту;

x_0, y_0 – начальные координаты броска.

Решив данную систему в прикладном пакете, должен быть получен график вида, представленном на рисунке 1. Данный график построен для следующего случая: масса камня $m = 5 \text{ кг}$, начальные координаты $x_0 = y_0 = 0$, начальная скорость броска $v_0 = 50 \text{ м/с}$, угол броска камня $\alpha = 35^\circ$.

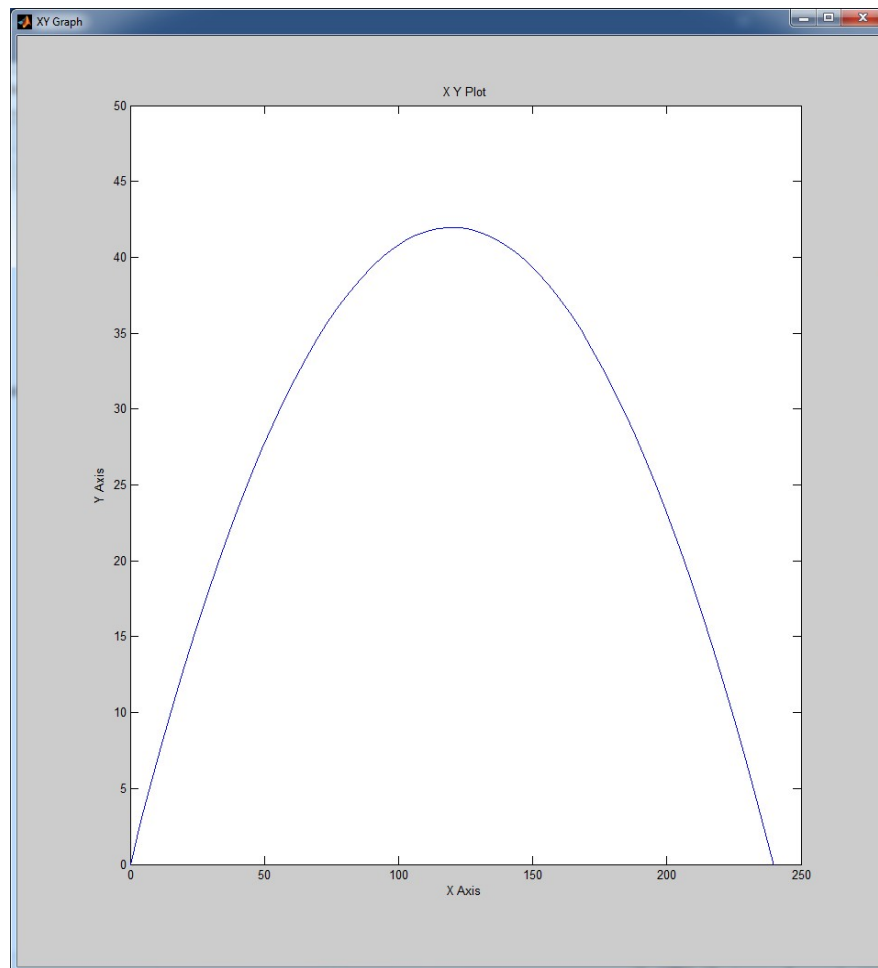


Рис. 1 Траектория камня без учета сопротивления воздуха



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 33 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Уравнения движения для камня с учетом сопротивления воздуха будет иметь вид:

$$\begin{cases} \ddot{x}m = -F_x^{\text{ад}}; \\ \ddot{y}m = -mg - F_y^{\text{ад}}; \end{cases}$$

Выражение для вычисления аэродинамической силы сопротивления воздуха задана в условиях задачи и имеет вид:

$$F^{\text{ад}} = Av + Bv^3$$

где $A = 0.1 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м} = 0.1 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$, $B = 0.1 \text{ Н} \cdot \text{с}^3/\text{м}^3$

Проекция аэродинамической силы на оси системы координат будут иметь вид:

$$\begin{aligned} F_x^{\text{ад}} &= F^{\text{ад}} \cdot \frac{v_x}{v} = (Av + Bv^3) \cdot \frac{v_x}{v} \\ F_y^{\text{ад}} &= F^{\text{ад}} \cdot \frac{v_y}{v} = (Av + Bv^3) \cdot \frac{v_y}{v} \end{aligned}$$

где v – текущий модуль скорости, вычисляемый из выражения:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Исходя из вышеуказанных соотношений, получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = v_x, \\ \dot{y} = v_y, \\ \dot{v}_x m = -(Av + Bv^3) \cdot \frac{v_x}{v}, \\ \dot{v}_y m = -mg - (Av + Bv^3) \cdot \frac{v_y}{v}; \end{cases}$$

Разделив обе части уравнений на массу камня m , получим:

$$\begin{cases} \dot{x} = v_x, \\ \dot{y} = v_y, \\ \dot{v}_x = -\frac{1}{m} \cdot (Av + Bv^3) \cdot \frac{v_x}{v}, \\ \dot{v}_y = -g - \frac{1}{m} \cdot (Av + Bv^3) \cdot \frac{v_y}{v}; \end{cases}$$

Начальные условия:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 34 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

$$\begin{cases} v_x(0) = v_0 \cdot \cos \alpha, \\ v_y(0) = v_0 \cdot \sin \alpha, \\ x(0) = x_0, \\ y(0) = y_0, \end{cases}$$

где v_0 – начальная скорость камня;

α – угол броска камня к горизонту;

x_0, y_0 – начальные координаты броска.

Решив данную систему в прикладном пакете, должен быть получен график вида, представленном на рисунке 2. Данный график построен для следующего случая: масса камня $m = 5 \text{ кг}$, начальные координаты $x_0 = y_0 = 0$, начальная скорость броска $v_0 = 50 \text{ м/с}$, угол броска камня $\alpha = 35^\circ$.

Сравнивая рисунки 1 и 2 можно убедиться, что траектория полета камня на рисунке 2 меньше по дальности и высоте за счет сил аэродинамического сопротивления.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Непрерывные математические модели»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 35 из 35

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

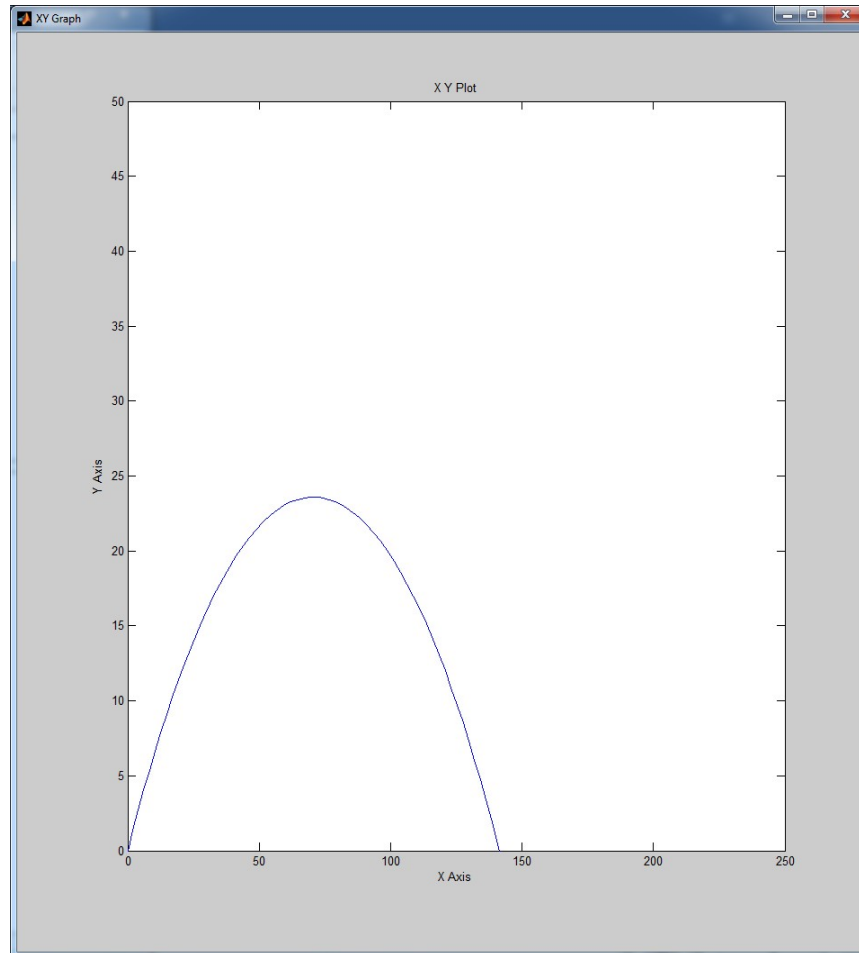


Рис. 2 Траектория камня с учетом сопротивления воздуха