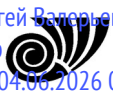


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.06.2026 09:22:34
Уникальный программный ключ:
891934b8c2cf7b6350cbe51cdda7096e877f61f7



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 «Теория моделирования физических процессов»
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

Теория моделирования физических процессов

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, Теория моделирования физических процессов, 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)

Е.А. Рождественская

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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 3 из 20

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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 4 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

Профиль: *Методы математического моделирования в ракетно-космической технике*

Дисциплина: *Теория моделирования физических процессов*

Семестры изучения: *1*

Форма промежуточной аттестации: *экзамен*

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «теория моделирования физических процессов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции и 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 применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Имеет представление об известных математических моделях, применяемых для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-3.2. Демонстрирует умения применять и модифицировать математические модели для решения прикладных задач ОПК-3.3. Имеет практический опыт применения и выполнения модификаций математических моделей	Знать: Математические модели физических процессов. Уметь: Разрабатывать математические модели физических процессов. Владеть: Способностью разрабатывать математические модели и проводить анализ при решении задач техники, физики, механики, встречающиеся в области профессиональной деятельности.



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 5 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

для решения прикладных
задач

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	Понятия математической модели	ОПК-3 <i>Знать</i> этапы математического моделирования, структуру и свойства математических моделей, типы математических моделей, особенности функциональных моделей, иерархию математических моделей и формы их представления, основные этапы математического моделирования. <i>Уметь</i> составлять матрицы размерностей для конкретных математических моделей, определять безразмерные комбинации – критерии подобия. <i>Владеть</i> методами алгоритмизации математических моделей.	Контрольная работа №1. Тест №1.	Вопросы к экзамену. Типовые задачи
2	Теория размерности и ее приложения	ОПК-3 <i>Знать</i> размерные и безразмерные величины, основные и производные единицы измерения, формулу размерности, структуру функциональных связей между физическими величинами. <i>Уметь</i> строить полуэмпирические модели движения математического маятника, подъемной силы крыла, обтекания тела потоком жидкости. <i>Владеть</i> способами преобразования математических моделей к алгоритмическому виду.	Контрольная работа №2. Тест №2.	Вопросы к экзамену. Типовые задачи

Типовые задания, контрольные работы, тесты критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 6 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

3.2. Порядок проведения промежуточной аттестации в 1 семестре и содержание оценочных средств

Тестовые задания по дисциплине «Теория моделирования физических процессов» (уровень: магистратура)

Часть 1. Открытые вопросы (10 заданий)

№	Формулировка задания
1	Дайте определение математической модели технического объекта. Охарактеризуйте основные этапы её построения и укажите, на каком этапе чаще всего возникают проблемы адекватности.
2	В чём принципиальное различие между прямой и обратной задачами математического моделирования? Приведите примеры из практики отработки изделий РКТ.
3	Сформулируйте П-теорему (теорему Букингема). Как с её помощью определить число и вид безразмерных критериев подобия? Почему теория размерностей не даёт функциональный вид зависимости?
4	Сравните теоретические и эмпирические модели. Каковы методологические ограничения каждого подхода при прогнозировании поведения сложных физических систем за пределами экспериментальной области?
5	Что такое матрица размерностей? Как её ранг связан с числом независимых базисных параметров и количеством критериев подобия в задаче?
6	Опишите иерархическую структуру математических моделей (микро-, макро-, метаяуровень). Как осуществляется переход между уровнями (осреднение, агрегирование) и какие физические эффекты при этом теряются?
7	Что понимается под верификацией и валидацией математической модели? Какие количественные метрики используются для оценки расхождения результатов моделирования с экспериментом?
8	С помощью метода размерностей выведите зависимость для силы лобового сопротивления тела, обтекаемого вязкой несжимаемой жидкостью. Какие безразмерные критерии при этом возникают и как интерпретируется полученное соотношение?
9	В чём методологические преимущества стохастических моделей перед детерминированными при описании турбулентных течений или процессов с существенной неопределённостью начальных/граничных условий?
10	Как формулируется проблема выбора структуры модели при наличии ограниченного объёма экспериментальных данных? Какова роль критериев



информативности параметров и проблемы переобучения?

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

№	Формулировка задания	Варианты ответов
1 1	Какое свойство математической модели означает её способность адекватно описывать объект в широком диапазоне условий и режимов?	а) Точность; б) Универсальность; в) Экономичность; г) Устойчивость
1 2	Согласно П-теореме, если в задаче участвует n физических параметров, а k из них имеют независимые размерности, то число безразмерных критериев подобия равно:	а) $n + k$; б) $n - k$; в) n/k ; г) $k - n$
1 3	Какой критерий подобия характеризует отношение сил инерции к силам вязкости?	а) Число Фруда (Fr); б) Число Эйлера (Eu); в) Число Рейнольдса (Re); г) Число Маха (M)
1 4	Математическая модель, построенная исключительно на основе аппроксимации экспериментальных данных без привлечения фундаментальных физических законов, называется:	а) Теоретической; б) Эмпирической; в) Гибридной; г) Стохастической
1 5	Что такое «поверочный расчет» в контексте математического моделирования?	а) Проверка корректности программного кода; б) Сравнение результатов модели с известным аналитическим решением или эталонным экспериментом; в) Оптимизация параметров модели; г) Упрощение уравнений модели
1 6	Какой уровень иерархии моделей описывает процессы на уровне отдельных частиц или элементарных явлений (уравнения молекулярной динамики, кинетическая теория)?	а) Метауровень; б) Макроуровень; в) Микроуровень; г) Мезоуровень
1 7	При моделировании теплопередачи методом размерностей количество теплоты Q , передаваемое в единицу времени через стенку, зависит от коэффициента	а) $Q \propto \lambda \cdot L \cdot \Delta T$; б) $Q \propto \lambda \cdot L^2 \cdot \Delta T$; в) $Q \propto \lambda \cdot L / \Delta T$; г) $Q \propto \lambda \cdot L^2 / \Delta T$



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 8 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	теплопроводности λ , характерного размера L и разности температур ΔT . Какая формула верна по размерности?	
1 8	Что является основным методологическим ограничением теории размерностей?	а) Невозможность работы с безразмерными величинами; б) Отсутствие информации о функциональном виде зависимости и численных коэффициентах; в) Применимость только к линейным системам; г) Требование знания точных значений всех параметров
1 9	Какое уравнение характерно для макроуровня математического моделирования сплошных сред?	а) Уравнение Шрёдингера; б) Уравнения Навье-Стокса; в) Уравнения кинетической теории газов; г) Уравнения статистической механики
2 0	Стохастическая математическая модель обязательно содержит:	а) Дифференциальные уравнения в частных производных; б) Случайные величины или процессы; в) Только алгебраические уравнения; г) Периодические функции

Часть 3. Задания на соответствие (5 заданий)

№	Задание
21	Установите соответствие между критерием подобия и физическим отношением сил: А) Число Рейнольдса (Re) — 1) Инерция / Вязкость Б) Число Фруда (Fr) — 2) Инерция / Тяжесть В) Число Эйлера (Eu) — 3) Давление / Инерция Г) Число Маха (M) — 4) Скорость / Скорость звука
22	Установите соответствие между типом модели и её характеристикой: А) Теоретическая — 1) Выводится из фундаментальных законов сохранения и состояний Б) Эмпирическая — 2) Строится на статистической аппроксимации экспериментальных данных В) Детерминированная — 3) Результат однозначно определяется входными данными без случайных факторов Г) Стохастическая — 4) Включает вероятностные распределения и учитывает флуктуации
23	Установите соответствие между уровнем иерархии и типом описания: А) Микроуровень — 1) Описание на уровне молекул/частиц, уравнения кинетической теории



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 9 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	Б) Макроуровень — 2) Континуальное приближение, уравнения в частных производных В) Метауровень — 3) Описание системы как «чёрного ящика», алгебраические/трансцендентные уравнения, балансовые соотношения
24	Установите соответствие между этапом моделирования и его содержанием: А) Формализация — 1) Запись физических законов в виде математических соотношений Б) Верификация — 2) Проверка корректности численной реализации и отсутствия программных ошибок В) Валидация — 3) Сравнение результатов модели с реальными экспериментальными данными Г) Анализ результатов — 4) Интерпретация выходных данных, проверка на чувствительность и адекватность
25	Установите соответствие между физической задачей и числом определяющих параметров n для применения П-теоремы: А) Период колебаний маятника (T, l, m, g) — 1) $n = 4$ Б) Подъёмная сила крыла (Y, ρ, V, S, α) — 2) $n = 5$ В) Скорость истечения жидкости из сосуда (v, g, h) — 3) $n = 3$ Г) Теплопередача через стенку $(Q, \lambda, L, \Delta T, t)$ — 4) $n = 5$

Ключи к тесту и критерии оценивания

№ задания	Верный ответ	Критерии оценивания
1	Математическая модель — совокупность математических объектов, отображающих существенные свойства реального объекта. Этапы: анализ объекта → выделение существенных факторов → формализация → выбор метода решения → верификация/валидация → анализ. Проблемы адекватности возникают на этапе формализации и упрощения (потеря существенных связей).	2 балла: определение + все этапы + указание проблемного этапа; 1 балл: частично/без примеров; 0 баллов: неверно
2	Прямая задача: по заданной модели и входным параметрам найти выходные характеристики. Обратная: по известным выходным данным восстановить структуру модели или неизвестные параметры. Пример РКТ: прямая — расчёт траектории по заданным ТТХ; обратная — определение аэродинамических коэффициентов	2 балла: чёткое различие + примеры из РКТ; 1 балл: только определение/без примеров; 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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 10 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	по телеметрии полёта.	
3	П-теорема: если физическая зависимость содержит n величин, то её можно выразить через $n - k$ безразмерных комбинаций, где k — ранг матрицы размерностей. Теория размерностей даёт только вид критериев, но не функциональную форму $f(P_1, \dots) = 0$ и численные коэффициенты, так как не учитывает физический механизм явления.	2 балла: формулировка + объяснение ограничения; 1 балл: только формулировка; 0 баллов: неверно
4	Теоретические: выводятся из законов сохранения, обладают высокой экстраполяционной способностью, но требуют точных данных о структуре. Эмпирические: точны в области эксперимента, но ненадёжны за её пределами, подвержены переобучению. Методологическое ограничение: эмпирические модели не раскрывают физику процесса, теоретические часто требуют упрощений, снижающих адекватность.	2 балла: сравнение + ограничения + методологический вывод; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
5	Матрица размерностей — таблица, где строки соответствуют базисным единицам измерения (М, L, T...), столбцы — параметрам задачи. Ранг матрицы k равен числу независимых базисных параметров. Число критериев подобия $= n - k$. Ранг показывает, 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
6	Микроуровень: частицы, кинетические уравнения. Макроуровень: сплошная среда, УрЧП (Навье-Стокса, теплопроводности). Метауровень: интегральные балансы, алгебраические зависимости. Переход: осреднение по объёму/времени, введение эффективных коэффициентов. Теряются: флуктуации, локальные неоднородности, микроструктурные эффекты.	2 балла: описание уровней + переход + потери; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
7	Верификация: проверка корректности численной реализации (соответствие кода математической модели). Валидация: проверка соответствия модели реальному физическому объекту. Метрики: L_2 -норма ошибки, коэффициент корреляции, среднеквадратичное отклонение,	2 балла: различие верификации/валидации + метрики; 1 балл: только одно понятие/без метрик; 0 баллов: неверно



	невязка, доверительные интервалы.	
8	Параметры: F, ρ, V, L, μ . Размерности: $[F] = MLT^{-2}$, $[\rho] = ML^{-3}$, $[V] = LT^{-1}$, $[L] = L$, $[\mu] = ML^{-1}T^{-1}$. По П-теореме: $n = 5, k = 3 \Rightarrow 2$ критерия. Результат: $\frac{F}{\rho V^2 L^2} = f(Re)$, где $Re = \frac{\rho V L}{\mu}$. Физический смысл: коэффициент сопротивления зависит только от числа Рейнольдса.	2 балла: правильный вывод + критерии + интерпретация; 1 балл: вывод с ошибками/без интерпретации; 0 баллов: неверно
9	Стохастические модели учитывают случайные возмущения, флуктуации, неопределённость параметров. Преимущества: дают распределение вероятностей результатов, позволяют оценивать риски, устойчивы к шумам, корректно описывают турбулентность и переходные режимы. Детерминированные модели в таких условиях дают ложную «точность» и могут быть численно неустойчивы.	2 балла: преимущества + примеры применения; 1 балл: только перечисление; 0 баллов: неверно
10	При малой выборке возникает проблема выбора структуры: сложные модели переобучаются (низкая ошибка на обучении, высокая на тесте), простые недообучаются. Критерии информативности (Акаике, Байесовский, кросс-валидация) помогают выбрать баланс между точностью и сложностью. Методологический принцип: бритва Оккама — минимум параметров при достаточной адекватности.	2 балла: постановка проблемы + роль критериев + принцип; 1 балл: частично; 0 баллов: неверно
11	б) Универсальность	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
12	б) $n - k$	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
13	в) Число Рейнольдса (Re)	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
14	б) Эмпирической	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
15	б) Сравнение результатов модели с известным аналитическим решением или эталонным экспериментом	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
16	в) Микроуровень	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
17	б) $Q \propto \lambda \cdot L^2 \cdot \Delta T$	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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 12 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

		баллов: неверно
18	б) Отсутствие информации о функциональном виде зависимости и численных коэффициентах	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
19	б) Уравнения Навье-Стокса	1 балл: верный выбор; 0 баллов: неверно
20	б) Случайные величины или процессы	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	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

Промежуточная аттестация в 1 семестре проводится в форме экзамена в два этапа.

На первом этапе студент решает две задачи и отвечает на четыре вопроса из выбранного случайным образом билета. Во время выполнения можно использовать справочные материалы. Время выполнения – 40 минут.

На втором этапе студент отвечает устно на вопросы из билета.



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 13 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Продолжительность – 10 минут.

Оценочные средства для промежуточной аттестации представлены базой вопросов к зачету и типовыми задачами, билетами к экзамену.

3.2.1. База вопросов к экзамену

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов/правильный ответ*	Код контролируемой компетенции
<i>Раздел 1. Понятия математической модели</i>			
1	Какова схема создания математической модели технического объекта?	[Л 2.4], с.24-28	ОПК-3
2	Что такое технический объект?	[Л 2.4], с.24-28	ОПК-3
3	К чему может привести забвение относительного соответствия математической модели реальному техническому объекту (о чем предупреждал академик Крылов А.Н.)?	[Л 2.4], с.31-34	ОПК-3
4	Почему адекватная математическая модель является большим научным достижением?	[Л 2.4], с.35-37	ОПК-3
5	Дайте определение математической модели	[Л 2.4], с.37	ОПК-3
6	Что такое внешние, внутренние и выходные параметры мат. модели?	[Л 2.4], с.37-39	ОПК-3
7	Что такое прямая и обратная задачи?	[Л 2.4], с.37-39	ОПК-3
8	Что такое поверочный расчет?	[Л 2.4], с.38	ОПК-3
9	Свойства математических моделей	[Л 2.4], с.39-43	ОПК-3
10	Структурные и функциональные модели	[Л 2.4], с.43-45	ОПК-3
11	Теоретические и эмпирические модели	[Л 2.4], с.45-47	ОПК-3
<i>Раздел 2. Теория размерности и ее приложения</i>			
12	Понятие размерных и безразмерных величин	[Л 2.3], с.13-14	ОПК-3
13	Основные и производные единицы измерения	[Л 2.3], с.14-20	ОПК-3
14	Что такое физическая и техническая система единиц измерения?	[Л 2.3], с.14-20	ОПК-3
15	Что такое система единиц измерения СИ?	[Л 2.3], с.15	ОПК-3
16	Дайте определение размерности физической	[Л 2.3],	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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 14 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	величины	с.14-20	
17	Сколько может быть стандартных единиц измерения?	[Л 2.3], с.17-18	ОПК-3
18	Вид формулы размерностей производной физической величины	[Л 2.3], с.20-22	ОПК-3
19	Применительно к чему можно говорить о размерности производной физической величины?	[Л 2.3], с.14-16	ОПК-3
20	Каким физическим условием определяется вид формулы размерности?	[Л 2.3], с.20-22	ОПК-3
21	Формулировка законов Кепплера	[Л 2.3], с.22-23	ОПК-3
22	Почему в задачах, связанных с определением движения, нельзя ввести в рассмотрение силы, независимо от уравнения $F=ma$?	[Л 2.3], с.22-28	ОПК-3
23	Формулировка П-теоремы	[Л 2.3], с.28-33	ОПК-3
24	Можно ли из n параметров составить больше $n-k$ безразмерных комбинаций, где k - число параметров со стандартными размерностями?	[Л 2.3], с.31-32	ОПК-3
25	Во что превращается функциональная зависимость при $n=k$?	[Л 2.3], с.31-32	ОПК-3
26	При каком соотношении чисел n и k теория размерностей приносит наибольшую пользу?	[Л 2.3], с.33-34	ОПК-3
27	Как выписать таблицу параметров, определяющих класс движений?	[Л 2.3], с.33-36	ОПК-3
28	Почему теория размерностей ограничена?	[Л 2.3], с.33-34	ОПК-3
29	Вывести уравнение состояния газа $P=\rho RT$, опираясь на теорию размерностей	[Л 2.3], с.35-36	ОПК-3
30	Вывод закона колебаний маятника с помощью метода размерностей из уравнений движения	[Л 2.3], с.37-40	ОПК-3
31	Вывод периода колебаний маятника с помощью метода размерностей	[Л 2.3], с.37-40	ОПК-3
32	Теоретические и эмпирические модели	[Л 2.4], с.45-47	ОПК-3
33	Определение подъемной силы крыла в дозвуковом потоке с помощью теории размерностей	[Л 2.4], с.50-51	ОПК-3
34	34. Найти количество теплоты Q , передаваемое в единицу времени от жидкости к телу, методом размерностей для невязкой жидкости	[Л 2.4], с.51-55	ОПК-3
35	35. Найти количество теплоты Q , передаваемое в единицу времени от жидкости к телу методом размерностей для вязкой жидкости	[Л 2.4], с.51-55	ОПК-3
36	36. Что такое детерминированные и стохастические	[Л 2.4],	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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 15 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	математические модели?	с.55-60	
37	37. Приведите пример стохастической математической модели	[Л 2.4], с.51-55	ОПК-3
38	38. Построить математическую модель теплообмена тела с окружающей средой	[Л 2.4], с.56-58	ОПК-3
39	39. Стационарные, нестационарные, квазистационарные мат. модели	[Л 2.4], с.55-60	ОПК-3
40	40. Иерархия математических моделей	[Л 2.4], с.60-67	ОПК-3
41	41. Математические модели микроуровня, какие процессы ими описываются, какими уравнениями?	[Л 2.4], с.60-67	ОПК-3
42	42. Математические модели макроуровня, какие процессы ими описываются, какими уравнениями?	[Л 2.4], с.60-67	ОПК-3
43	43. Математические модели метауровня, какие процессы ими описываются, какими уравнениями?	[Л 2.4], с.69-67	ОПК-3
44	44. Что такое матрица размерностей?	[Л 2.4], с.67-76	ОПК-3
45	45. Вывести критерии подобия при растяжении силой F круглого стержня диаметром d .	[Л 2.4], с.73-76	ОПК-3
46	46. Вывести критерии подобия при растяжении силой F круглого стержня диаметром d с подогревом.	[Л 2.4], с.73-76	ОПК-3
47	47. Каковы критерии подобия при обтекании твердого тела вязким газом?	[Л 2.4], с.51-55	ОПК-3
48	48. Задача об истечении жидкости через водослив	[Л 2.3], с.40	ОПК-3
49	49. Движение жидкости в трубах	[Л 2.3], с.41-46	ОПК-3

* Правильный ответ приведен на указанной странице в учебнике за номером [2.4]:
Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: учебник. Москва: «Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана». 2001. - 496 с., которое в 1 экз. имеется на кафедре прикладной математики Миасского филиала ЧелГУ.

3.2.2. Перечень типовых задач

№ п/п	Формулировка задачи	Решение/ ответ	Код контролируемой компетенции
1	В цилиндрическом сосуде площадью сечения S_1 до уровня, расположенного на высоте h от дна, налита идеальная (не обладающая вязкостью)	$t = \sqrt{2} \sqrt{\frac{h}{g}} \frac{s_1}{s_2}$	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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 16 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	жидкость плотностью ρ . В дне сосуда имеется отверстие площадью сечения S_2 . Определить время вытекания жидкости t .		
2	Для задачи о колебаниях математического маятника составить матрицу размерностей, найти её ранг и сравнить с числом K единиц измерения, используемых для представления размерностей основных параметров. Определить в каком виде надо искать все зависимости основных физических величин согласно Π -теореме.	$\frac{t^2 g}{l} = F(\varphi_0)$	ОПК-3
3	С помощью Π -теоремы найти подъёмную силу крыла в дозвуковом воздушном потоке.	$\frac{P}{b\rho v^2} = f(\alpha)$	ОПК-3
4	С помощью Π -теоремы решить задачу об обтекании жидкостью неподвижного твёрдого тела.	$\frac{Q}{l\lambda\theta} = f\left(\frac{vlC}{\lambda}\right)$	ОПК-3
5	С помощью Π -теоремы решить задачу об истечении тяжёлой жидкости через водослив.	$\frac{G}{\rho h^{5/2} g^{1/2}} = const$	ОПК-3
6	С помощью Π -теоремы решить задачу о движении жидкости в трубах.	$\frac{\mu}{\rho u a} = Re$	ОПК-3
7	На пружине подвешен груз массой m . При удалении пружины на h возникает упругая сила, равная по абсолютной величине f , стремящаяся вернуть пружину в исходное положение. Кроме силы f , на груз никакие силы не действуют. Определить время t возвращения груза в исходное положение.	$t = C\sqrt{\frac{hm}{f}}$	ОПК-3
8	На тело массой m действует постоянная сила f на пути h . Определить скорость, которую приобретает тело в конце пути.	$v = \sqrt{\frac{2fh}{m}}$	ОПК-3
9	Доказать теорему Пифагора с помощью теории размерности и подобия.	$c^2 = a^2 + b^2$	ОПК-3
10	Найти критерии подобия в задаче о движении корабля	$\frac{L_1}{\sqrt[3]{D_1}} = \frac{L_2}{\sqrt[3]{D_2}},$ $\frac{v_1}{\sqrt{gL_1}} = \frac{v_2}{\sqrt{gL_2}},$	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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 17 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

$$\frac{v_1 L_1 \rho_1}{\mu_1} = \frac{v_2 L_2 \rho_2}{\mu_2}$$

3.2.3. Образец билета к экзамену:

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

Направление «Прикладная математика и информатика»
Дисциплина «Теория моделирования физических процессов»

Билет № 12

1. Понятие размерных и безразмерных величин.
2. Формулировка П-теоремы.
3. Как выписать таблицу параметров, определяющих класс движений?
4. Почему теория размерностей ограничена?
5. С помощью П-теоремы найти подъёмную силу крыла в дозвуковом воздушном потоке.
6. На тело массой m действует постоянная сила f на пути h . Определить скорость, которую приобретает тело в конце пути.

Преподаватель
Зав. кафедрой

/И.И. Валов/
/ Е.В. Дутикова/



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 «Теория моделирования физических процессов»
 по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
 моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 18 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания			
		Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ОПК-3	<p><i>Знать</i> этапы математического моделирования, структуру и свойства математических моделей, типы математических моделей, особенности функциональных моделей, иерархию математических моделей и формы их представления, основные этапы математического моделирования, размерные и безразмерные величины, основные и производные единицы измерения, формулу размерности, структуру функциональных связей между физическими величинами.</p> <p><i>Уметь</i> составлять матрицы размерностей для конкретных математических моделей, определять безразмерные комбинации – критерии подобия, строить полуэмпирические модели движения математического маятника, подъёмной силы крыла, обтекания тела потоком жидкости.</p> <p><i>Владеть</i> методами алгоритмизации математических моделей, способами преобразования математических моделей к алгоритмическому виду.</p>	<p>Свободно оперирует понятиями, терминами, точно формулирует определение и теоремы, понимает взаимосвязь между понятиями;</p> <p>применяет теорию для решения задач, может обосновать решение;</p> <p>решает задачи на доказательство утверждений, знает доказательство основных теорем</p>	<p>Уверенно оперирует понятиями, терминами, формулирует определения и теоремы, понимает взаимосвязь между понятиями;</p> <p>применяет теорию для решения задач, может обосновать решение;</p> <p>решает некоторые задачи на доказательство утверждений, знает некоторых теорем</p>	<p>Частично владеет понятиями, терминами, ошибочно формулирует некоторые определения и теоремы, не четко понимает взаимосвязь между понятиями;</p> <p>затрудняется в применении теории для решения задач, задачи решает, но не может обосновать решение;</p> <p>не решает задачи на доказательство утверждений, не знает доказательство основных теорем</p>	<p>Не владеет понятиями, терминами, ошибочно формулирует или не формулирует определения и теоремы, не понимает взаимосвязь между понятиями;</p> <p>не может применять теорию для решения задач, не может обосновать решение или решить задачу;</p> <p>не решает задачи на доказательство утверждений, не знает доказательство основных теорем</p>

4.2. Критерии оценивания экзамена

«Отлично» (5) – студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований;



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 19 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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. Ответ носит самостоятельный характер.

«Хорошо» (4) – ответ студента 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; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора.

«Удовлетворительно» (3) – студент 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 исследовательских, концептуальных, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

«Неудовлетворительно» (2) – студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в 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	отлично
Базовый	хорошо
Пороговый	удовлетворительно
компетенции не сформированы	неудовлетворительно



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 «Теория моделирования физических процессов»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 20 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень:

- предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание базовых фактов истории развития математики, прикладной математики, развития вычислительной техники и программирования;
- студент способен использовать базовые термины; умеет находить информацию о вкладе в развитие прикладной математики и информатики выдающихся школ и учёных.

2. Базовый уровень:

- предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: в целом формируется, но содержит некоторые пробелы, понимание методов математического моделирования физических процессов;
- студент способен осуществлять поиск и анализ существующих методов математического моделирования физических процессов для решения задач профессиональной деятельности.

3. Продвинутый уровень:

- предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируется знание системы терминов, межпредметные связи; понимание методов математического моделирования физических процессов;
- студент способен разрабатывать математические модели и проводить анализ при решении задач техники, физики, механики, встречающиеся в области профессиональной деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение.