

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Алтайский государственный университет»
Институт цифровых технологий, электроники и физики
Кафедра радиофизики и теоретической физики

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

Численные методы и математическое моделирование
(наименование дисциплины)

03.03.02 физика
(код и наименование направления)

Современные функциональные материалы, Медицинская физика
(профили)

Разработчик:
доцент кафедры РиТФ
Н.В. Волков

Барнаул 2021

ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. Перечень формируемых компетенций

ОПК-1

Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

ОПК-3

Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

2. Планируемые результаты освоения дисциплины

№	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства
1	Разделы 1-10	ОПК-1 ОПК-3	ОПК-1.1. Знает основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации; ОПК-1.2. Умеет использовать в профессиональной деятельности и применяет физико-математические и естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.3. Умеет анализировать и обобщать профессиональную информацию на теоретико-методологическом уровне ОПК-1.4. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний, физических законов, математических методов и методов моделирования. ОПК-1.5. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности ОПК-3.1. Знает современные информационные технологии, программные средства и требования информационной безопасности при решении	Задания к лабораторным работам.

			<p>задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3.2. Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</p> <p>ОПК-3.3. Умеет использовать информационные технологии при поиске необходимой информации, соблюдая требования информационной безопасности</p> <p>ОПК-3.4. Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</p> <p>ОПК-3.5. Владеет современными интерактивными программными комплексами и основными приемами обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения, соблюдая требования информационной безопасности</p>	
	Промежуточная аттестация: зачет с оценкой	ОПК-1 ОПК-3	<p>ОПК-1.1. Знает основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации;</p> <p>ОПК-1.2. Умеет использовать в профессиональной деятельности и применяет физико-математические и естественнонаучные знания,</p>	Вопросы к зачету.

			<p>физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-1.3. Умеет анализировать и обобщать профессиональную информацию на теоретико-методологическом уровне</p> <p>ОПК-1.4. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний, физических законов, математических методов и методов моделирования.</p> <p>ОПК-1.5. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3.1. Знает современные информационные технологии, программные средства и требования информационной безопасности при решении задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3.2. Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</p> <p>ОПК-3.3. Умеет использовать информационные технологии при поиске необходимой информации, соблюдая требования информационной безопасности</p> <p>ОПК-3.4. Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая</p>	
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

			требования информационной безопасности ОПК-3.5. Владеет современными интерактивными программными комплексами и основными приемами обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения, соблюдая требования информационной безопасности	
--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Типовые оценочные средства, необходимые для оценки планируемых результатов обучения:

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Оценочное средство – 1. Задания к лабораторным работам

- 1. Цель** выработка у студентов навыков алгоритмического программирования и навыков работы с компьютером; освоение алгоритмического программирования; знакомство с возможностями использования компьютера для решения прикладных задач; освоение основных методов и средств применения современных информационных технологий для решения типовых задач информационного обеспечения.
- 2. Контролируемый раздел дисциплины:** разделы 1-10
- 3. Проверяемые компетенции** ОПК-1, ОПК-3

Индикаторы достижения ОПК-1.1. Знает основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации;

ОПК-1.2. Умеет использовать в профессиональной деятельности и применяет физико-математические и естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

ОПК-1.3. Умеет анализировать и обобщать профессиональную информацию на теоретико-методологическом уровне

ОПК-1.4. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний, физических законов, математических методов и методов моделирования.

ОПК-1.5. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

ОПК-3.1. Знает современные информационные технологии, программные средства и требования информационной безопасности при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности

ОПК-3.3. Умеет использовать информационные технологии при поиске необходимой информации, соблюдая требования информационной безопасности

ОПК-3.4. Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности

ОПК-3.5. Владеет современными интерактивными программными комплексами и основными приемами обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения, соблюдая требования информационной безопасности

4. Пример оценочного средства

Требуется рассчитать нагрузку f , возникающую в узлах плоской модели железнодорожного моста, состоящего из 17 балок (см. рисунок 1). Предполагается, что балки соединены в узлах без трения. Теорема теоретической механики утверждает, что конструкция из j узлов и m балок определима, если

$$2j - 3 = m.$$

Это значит, что нагрузка f , возникающая в узлах, полностью определяется услови-

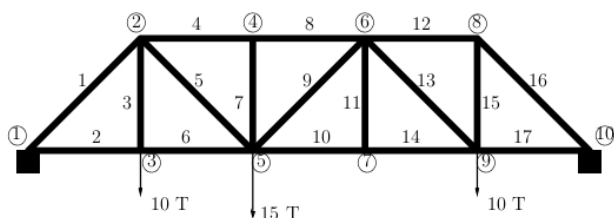


Рис. 1: Расчет железнодорожного моста

ями статического равновесия в этих узлах. Пусть F_x и F_y — вертикальная и горизонтальная компоненты сил. Если положить $\alpha = \sin 45^\circ = \cos 45^\circ$ и допустить малые перемещения, то условия равновесия можно записать в виде.

$$\begin{aligned}
\text{Узел 2: } & \begin{cases} \sum F_x = -\alpha f_1 + f_4 + \alpha f_5 = 0 \\ \sum F_y = -\alpha f_1 - f_3 - \alpha f_5 = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 3: } & \begin{cases} \sum F_x = -f_2 + f_6 = 0 \\ \sum F_y = f_3 - 10 = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 4: } & \begin{cases} \sum F_x = -f_4 + f_8 = 0 \\ \sum F_y = -f_7 = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 5: } & \begin{cases} \sum F_x = -\alpha f_5 - f_6 + \alpha f_9 + f_{10} = 0 \\ \sum F_y = \alpha f_5 + f_7 + \alpha f_9 - 15 = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 6: } & \begin{cases} \sum F_x = -f_8 - \alpha f_9 + f_{12} + \alpha f_{13} = 0 \\ \sum F_y = -\alpha f_9 - f_{11} - \alpha f_{13} = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 7: } & \begin{cases} \sum F_x = -f_{10} + f_{14} = 0 \\ \sum F_y = f_{11} = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 8: } & \begin{cases} \sum F_x = -f_{12} + \alpha f_{16} = 0 \\ \sum F_y = -f_{15} - \alpha f_{16} = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 9: } & \begin{cases} \sum F_x = -\alpha f_{13} - f_{14} + f_{17} = 0 \\ \sum F_y = \alpha f_{13} + f_{15} - 10 = 0 \end{cases} \\
\text{Узел 10: } & \sum F_x = -\alpha f_{16} - f_{17} = 0
\end{aligned}$$

Вычислите нагрузку f_i из этой системы уравнений, используя подпрограмму `gsl_linalg_LU_solve`. Хорошо ли обусловлена матрица этой системы?

5. Критерии оценивания

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота выполнения практического задания;	Студентом задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях нет погрешностей, получен полный ответ.
Хорошо (базовый уровень)	2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения задания; 4. Самостоятельность решения;	Студентом задание выполнено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом задание выполнено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в ходе выполнения задания, задание

		выполнено не полностью или в общем виде.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом задание не выполнено.

6. Рекомендуемый перечень вопросов для самостоятельной подготовки.

1. Место численных методов в решении научных и исследовательских задач. Машинная арифметика. Ошибки.
2. Место численных методов в решении научных и исследовательских задач. Машинное представление чисел. Ошибки.
3. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Преимущества и недостатки основных методов (метод Крамера, метод обратных матриц, метод Зейделя). Контроль ошибок. Метод Гаусса и проблемы его реализации.
4. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Контроль ошибок. LU-факторизация.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Проблемы реализации метода Гаусса. Вектор ошибки и невязка. Число обусловленности матрицы.
6. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Нормы векторов и матриц. Число обусловленности матрицы и его интерпретация.
7. Задача интерполяции. Связь задачи интерполяции с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Интерполяция и аппроксимация. Полиномиальная интерполяция и проблемы ее реализации.
8. Задача интерполяции. Связь задачи интерполяции с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Степенной базис. Базис Лагранжа. Кусочно-кубическая интерполяция.
9. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Элементарные квадратурные формулы.
10. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Правило Ньютона-Котеса. Двухточечное правило Гаусса.
11. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Метод Гаусса-Кронрода. Автоматические и адаптивные алгоритмы.
12. Вычисление интеграла по бесконечным отрезкам. Усечение отрезка. Замена переменной. Формула Гаусса-Лагера. Правило th .
13. Аппроксимация данных. Постановка задачи. Интерполяция и аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация с весами.
14. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Шкалированные невязки. Использование нормальных уравнений.
15. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Ортогональные факторизации. QR-факторизация.
16. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Проблемы приведения матрицы коэффициентов к треугольному виду. Преобразование Хаусхолдера.
17. Нелинейные уравнения. Связь с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Метод секущих.
18. Нелинейные уравнения. Связь с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Мюллера. Системы нелинейных уравнений.
19. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Отличие задач решения ОДУ и вычисления определенных интегралов. Уравнения высокого порядка и системы уравнений. Метод Эйлера.
20. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Устойчивые и неустойчивые

уравнения. Собственные значения и матрица Якоби. Жесткие задачи.

21. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Явный и неявный метод Эйлера. Метод трапеций.

22. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Многошаговые методы. Общая разностная схема. Методы Адамса, Гира, Рунге-Кутты 4-го порядка. Многозначные методы.

23. Решение задач оптимизации. Связь решения задачи оптимизации с решением нелинейных уравнений. Одномерная оптимизация. Метод Ньютона и проблемы его реализации.

24. Решение задач оптимизации. Связь решения задачи оптимизации с решением нелинейных уравнений. Одномерная оптимизация. Унимодальные функции. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения.

25. Решение задач оптимизации. Многомерная оптимизация. Метод Ньютона. Метод наискорейшего спуска.

26. Численные методы Монте-Карло. Случайные числа. Равномерное и нормальное распределение. Использование случайных величин для вычисления определенного интеграла.

27. Численные методы Монте-Карло. Случайные числа. Генераторы случайных чисел (конгруэнтный целочисленный генератор Лемера, генератор Фибоначчи).

28. Численные методы Монте-Карло. Моделирование случайных величин: дискретные случайные величины, метод обратных функций, метод Неймана, обобщенный метод отказов, метод суперпозиции.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для получения оценки за курс студенту необходимо освоить все предлагаемые темы, и выполнить все лабораторные работы. Задания становятся доступными по мере изучения лекционного материала. Для более глубокого изучения тем предлагаются словарь терминов и дополнительные тестовые материалы, размещенные на странице курса.

Продолжительность зачета - 3 часа 00 минут. Билет на зачете состоит из двух вопросов. Для получения оценки «удовлетворительно» достаточно ответить на один из вопросов. Для получения оценки «хорошо» достаточно ответить на один вопрос и частично на второй. Оценка «отлично» ставится за ответ на оба вопроса.