

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНО:

Декан механико-математического  
факультета  
Л.В. Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

**Вычислительный практикум по механике**

по направлению подготовки

**01.03.03 Механика и математическое моделирование**

Направленность подготовки:

**«Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и  
математического моделирования»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
Л.В. Гензе

Председатель УМК

Е.А. Тарасов

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующей компетенции:

– ОПК-7 – Способность разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-7.1. Владеет навыками использования основных языков программирования для решения задач науки и техники;

ИОПК-7.2. Демонстрирует умение отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи, в том числе с применением современных вычислительных систем.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля: типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине (примеры заданий, выполняемых на практических занятиях).

1. Рассматривается двумерная область, представляющая собой твёрдое тело. Известны теплофизические параметры исследуемого материала, такие как теплоемкость и теплопроводность, а также начальная температура тела. На границах тела температура поддерживается постоянной. Необходимо создать математическую модель процесса теплопроводности и выполнить её численную реализацию с помощью метода конечных разностей и подходящего метода решения системы линейных уравнений, подготовить компьютерную программу на языке C++, позволяющую получить распределение температуры в области в любой момент времени. Протестировать программу для различных значений температуры в начальных и граничных условиях. (ИОПК-7.1, ИОПК-7.2)

2. Создать математическую модель однофазного фильтрационного течения в двумерной области прямоугольной формы, используя известные значения давления на границах области и в начальный момент времени. Выполнить дискретизацию определяющих уравнений с помощью метода конечных объёмов. Написать программу на языке C++, используя подходящий метод решения системы дискретных уравнений и принципы объектно-ориентированного программирования, позволяющую получить распределение давления и поле скорости в расчётной области для любого момента времени. Протестировать программу для различных значений давления в начальных и граничных условиях. (ИОПК-7.1, ИОПК-7.2)

3. Рассматривается одномерная область, представляющая собой твёрдое тело. Известны теплофизические параметры исследуемого материала, такие как теплоемкость и теплопроводность, а также начальная температура тела. На границах тела температура поддерживается постоянной. Необходимо создать математическую модель процесса теплопроводности и выполнить её численную реализацию с помощью метода конечных элементов и подходящего метода решения системы линейных уравнений, подготовить компьютерную программу на языке C++, позволяющую получить распределение температуры в области в любой момент времени. Протестировать программу для различных значений температуры в начальных и граничных условиях. (ИОПК-7.1, ИОПК-7.2)

### 3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачёт проводится в форме защиты трёх компьютерных программ, написанных студентами при выполнении заданий. Типовые вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, позволяющие проверить ИОПК-7.1, ИОПК-7.2 (и используемые на защитах компьютерных программ):

1. Что понимается под классами в объектно-ориентированном программировании?
2. Что представляют собой члены класса?
3. Что представляют собой методы класса?
4. Какие основные типы данных используются в языке C++?
5. Перечислите операторы, используемые в языке C++ для организации циклов.
6. Назовите операторы, используемые в языке C++ для работы с файлами данных.
7. Объясните для чего используются ключевые слова `public`, `private`.
8. Объясните как на языке C++ объявить массив объектов какого-то класса.
9. Назовите операторы, используемые в языке C++ для считывания строки, слова из файла.
10. Объясните как в программе нужно обращаться к переменным-членам класса.
11. Дайте определение понятию дискретизации.
12. Что представляет собой дискретный аналог уравнения в частных производных?
13. Как определяется порядок аппроксимации расчётных схем?
14. Что лежит в основе метода конечных разностей?
15. Как определяется конечно-разностная производная первого порядка?
16. Опишите построение конечно-разностной производной второго порядка.
17. Назовите три основных схемы, используемых для дискретизации по времени.
18. В чем заключаются достоинства и недостатки явной схемы?
19. Назовите преимущества использования полностью неявной схемы для дискретизации по времени.
20. В чём заключается основная идея метода конечных объёмов?
21. Сформулируйте теорему, используемую при выводе дискретных аналогов с помощью метода конечных объёмов.
22. Объясните, как реализуется схема против потока при дискретизации с помощью метода конечных объёмов.
23. Почему метод конечных объёмов предпочтителен при численном моделировании течений различных сред на неструктурированных расчётных сетках?
24. Что такое симплекс и как это понятие используется при вычислении объёмов и площадей граней элементов расчётной сетки?
25. Какова основная идея метода конечных элементов?
26. Каким образом в методе конечных элементов формируется матрица жесткости?
27. Для каких задач наиболее эффективен метод конечных элементов?
28. Как можно убедиться в достоверности результатов, полученных при численных расчётах?
29. Что подразумевается под термином аппроксимационная сходимость в теории численных методов?
30. Каковы основные принципы выбора метода дискретизации для различных задач?

Критерии оценивания:

Результаты зачёта определяются оценками «зачёт», «незачёт».

Оценка «зачёт» выставляется, если студент выполнил все практические задания, четко и логично объяснил принципы и отметил этапы создания программ и дал правильные и развернутые ответы на вопросы при защите компьютерных программ.

Оценка «незачёт» выставляется, если студент не выполнил все практические задания или не может четко и логично объяснить принципы и отметить этапы создания программ, а также не может ответить на вопросы при защите компьютерных программ.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

1. Как используется понятие класса при создании программ для моделирования процессов тепломассопереноса? (ИОПК-7.1)
2. Какой метод дискретизации наиболее удобен для решения задач тепломассопереноса на структурированных сетках? (ИОПК-7.2)
3. Как вы понимаете термин дискретный? (ИОПК-7.2)
4. Какой метод дискретизации наиболее эффективен при решении задач динамики жидкостей и газов на неструктурированных сетках? (ИОПК-7.2)
5. Какова основная идея метода конечных разностей? (ИОПК-7.2)
6. Чем отличаются явная и полностью неявная схемы дискретизации по времени? (ИОПК-7.2)
7. В чём заключается основная идея метода конечных объёмов? (ИОПК-7.2)
8. Перечислите основные этапы разработки компьютерной программы для численного моделирования течения жидкости или газа (ИОПК-7.1).
9. Что представляет собой схема против потока? (ИОПК-7.2)
10. Какова основная идея метода конечных элементов? (ИОПК-7.2)
11. Какой метод дискретизации наиболее эффективен для задач механики деформируемого твёрдого тела? (ИОПК-7.2)
12. Как можно убедиться в достоверности результатов, полученных при численных расчётах? (ИОПК-7.1)

#### **Информация о разработчиках**

Диль Денис Олегович, к.ф.-м.н., кафедра теоретической механики, доцент