

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

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан



Л. В. Гензе

« 30 » 06 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Вычислительный практикум по механике**

по направлению подготовки

**01.03.03 Механика и математическое моделирование**

Направленность (профиль) подготовки :

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

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

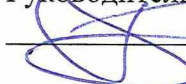
Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.2.03

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП



Л. В. Гензе

Председатель УМК



Е. А. Тарасов

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:  
ОПК-7 Способен 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. Задачи освоения дисциплины**

Научиться использовать классы в языке программирования С++ для реализации принципов объектно-ориентированного программирования в работе с расчётными сетками при решении задач механики сплошных сред (ИОПК 7.1).

Научиться применять методы конечных разностей и конечных объёмов для дискретизации определяющих уравнений на структурированных и неструктурированных расчётных сетках и подбирать наиболее подходящий метод для решения системы дискретных линейных уравнений (ИОПК 7.2).

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Шестой семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математический анализ, численные методы.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-практические занятия: 48 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Работа с сеточными генераторами.

Создание различных типов сеток, определение начальных и граничных условий для разных областей сетки (ИОПК 7.1).

Тема 2. Создание программного кода для задач механики сплошных сред.

Создание компьютерных программ на языке С++, создание и использование классов элементов и узлов расчётной сетки, а также класса самой сетки, обработка и использование данных из файлов созданных в сеточных генераторах (ИОПК 7.1).

Тема 3. Метод конечных разностей.

Построение дискретных аналогов для задачи теплопроводности с помощью метода конечных разностей. Схемы дискретизации по времени (ИОПК 7.1, ИОПК 7.2).

Тема 4. Методы решения СЛАУ.

Методы прогонки, верхней релаксации, получение и анализ результатов (ИОПК 7.2).

Тема 5. Метод конечных объёмов.

Построение дискретных аналогов для задач теплопроводности и однофазной фильтрации с помощью метода конечных объёмов. Программная реализация, получение и анализ результатов (ИОПК 7.1, ИОПК 7.2).

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проверки компьютерных программ, написанных студентами, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. При проверке программ оценивается эффективность использования классов и корректность обработки данных расчётных сеток (ИОПК 7.1), а также выбор метода решения итоговой СЛАУ (ИОПК 7.2).

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачёт в Шестом семестре проводится в устной форме по вопросам. Продолжительность зачёта 0.5 часа.

Примерный перечень вопросов:

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?

Вопросы 1-10 позволяют оценить навыки студентов при программировании на языке C++ (ИОПК 7.1). Вопросы 11-20 помогают увидеть знания и понимание студентов в области выбора метода дискретизации при решении прикладных задач (ИОПК 7.2).

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» ставится в том случае, если студент демонстрирует сформированные, систематические знания основных понятий и задач вычислительного практикума, возможно содержащие отдельные пробелы.

Оценка «не зачтено» ставится в том случае, если студент демонстрирует частные, фрагментарные, неструктурированные знания основных понятий и задач вычислительного практикума, либо знания полностью отсутствуют.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=7619>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности. Томск: Изд. Томского унив. 2007. 172с.

2. Быков Л.В., Молчанов А.М., Янышев Д.С. Основы вычислительного обмена и гидродинамики. М.: Ленанд. 2019. 194с.

3. Румянцев А.В. Метод конечных элементов в задачах теплопроводности. Калининград: Балт. фед. унив. 2011. 113с.

б) дополнительная литература:

1. Фирсов Д.К. Метод контрольного объема на неструктурированной сетке в вычислительной механике (электронное учебное пособие). Томск. 2007. 72с.

2. Даутов Р.З., Карчевский М.М. Введение в теорию метода конечных элементов. Казань: Казанский гос. унив. 2004. 239 с.

3. Ковеня В.М., Чирков Д.В. Методы конечных разностей и конечных объемов для решения задач математической физики (электронное учебное пособие). Новосибирск. 2013. 86 с.

4. Ильин В.П. Методы конечных разностей и конечных объемов для эллиптических уравнений. Новосибирск: Изд. инст. математики. 2000. 344 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://e-science.sources.ru/> – портал естественных наук

– <http://www.coursera.org/> – сайт обучающих курсов ведущих вузов мира

– <https://ocw.mit.edu/index.htm> – сайт открытых онлайн-курсов

– <http://journals.tsu.ru/mathematics/> – сайт журнала «Вестник Томского государственного университета. Математика и механика»

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

• операционные системы: Microsoft Windows 7

• средства разработки приложений и СУБД: Microsoft Visual Studio 2015

• пакеты математической и графической обработки данных: Golden Software Grapher, Golden Software Surfer

• пакеты для решения задач вычислительной гидродинамики: Gmsh

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Интерактивный набор (доска Smart с проектором, экран и проектор EPSON)  
13 Компьютеров

#### **15. Информация о разработчиках**

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