

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Вычислительная гидродинамика**

по направлению подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Ю.Н. Рыжих

Э.Р. Шрагер

А.Ю. Крайнов

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.

ПК-2 Способен проводить исследования по аэрогидродинамике и процессам теплообмена изделий РКТ с использованием высокопроизводительной компьютерной техники.

ПК-3 Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные информационных технологий для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные информационные технологии

РОПК - 2.1 Знает основы разработки численных методов решения прикладных задач

РОПК - 2.2 Умеет использовать пакеты прикладных программ и разрабатывать оригинальные программы реализации моделей

РОПК - 3.1 Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред

РОПК - 3.2 Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики

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

Элементы текущего контроля:

- Коллоквиум
- Индивидуальное задание

Коллоквиум

Перечень разделов курса выносимых на коллоквиумы (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2).

1. Основные приёмы построения разностных схем.
2. Методы исследования устойчивости разностных схем.
3. Разностные схемы для расчета обобщенных решений.
4. Методы расчёта течений без ударных волн

## 5. Метод Годунова для решения задач газовой динамики.

### Критерии оценивания:

Результаты выполнения коллоквиума определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если студентом даны правильные, развернутые ответы или содержатся незначительные фактические ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется при отсутствии знаний у студента по вопросам по ранее пройденным темам.

- Индивидуальные задания (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2) содержат численную реализацию типовых модельных задач по предложенному разностному подходу, проведения анализа полученных результатов и представлению доклада на семинаре группы.

### Критерии оценивания:

Результаты выполнения индивидуального задания и представление по результатам устного доклада (отчета) определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если все требования к работе выполнены, получены корректные результаты или с небольшими недочетами. Проведена презентация и защита проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется, если одно и более требований к заданию студентом не выполнено.

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

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета. К зачету допускаются студенты прошедшие текущую аттестацию, выполнившие и представившие отчеты по индивидуальному заданию. Зачет включает в себя прохождение теста и устный опрос по билету. Билет содержит один вопрос.

Примеры теоретических вопросов (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2).

1. Основные приёмы построения разностных схем.
2. Методы исследования устойчивости разностных схем.
3. Разностные схемы для расчета обобщенных решений.
4. Методы расчёта течений без ударных волн.
5. Двухшаговые схемы типа Лакса-Вендроффа для нестационарных уравнений газовой динамики.
6. Метод Годунова для решения задач газовой динамики.
7. Методы расщепления.

Примеры вопросов в тестовой части (РООПК-1.1, РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2)

1. Дифференциальное приближение разностной схемы используют для а) анализа устойчивости и исследования свойств разностных схем;

- б) получения решения исходного дифференциального уравнения в частных производных;
- в) решения конечно-разностной схемы.

2 При использовании метода конечных разностей на самом деле получается решение

- а) модифицированного уравнения, а не исходного уравнения в частных производных;
- б) исходного уравнения в частных производных, а не модифицированного уравнения;
- в) приближенное решение модифицированного уравнения.

3. Выбрать правильное утверждение:

- а) модифицированное уравнение следует из разностного уравнения;
- б) модифицированное уравнение следует из исходного дифференциального уравнения в частных производных;
- в) модифицированное уравнение является приближением разностного уравнения.

4. Правая часть модифицированного уравнения является погрешностью аппроксимации:

- а) исходного дифференциального уравнения;
- б) разностной схемы;
- в) дифференциального приближения.

5. Для схемы «правый угол» в случае равенства числа Куранта единице

- а) правая часть модифицированного уравнения равна нулю;
- б) правая часть модифицированного уравнения больше нуля;
- в) правая часть модифицированного уравнения меньше нуля.

6 Схема с разностями против потока при числе Куранта не равным единице

- а) неявно вводит в уравнение искусственную вязкость;
- б) явно вводит в уравнение искусственную вязкость;
- в) не вводит в уравнение искусственную вязкость.

7. Искусственная вязкость изменяет градиенты всех параметров независимо от причины возникновения этих градиентов следующим образом:

- а) уменьшает градиенты;
- б) увеличивает градиенты;
- в) не влияет на изменение этих градиенты.

8. Свойство разностной схемы, обусловленное наличием в выражении для погрешности аппроксимации производных четного порядка, называют

- а) диссипацией; б) диффузией; в) дисперсией.

9. Свойство разностной схемы, обусловленное наличием в выражении для погрешности аппроксимации производных нечетного порядка, называют

- а) диссипацией; б) диффузией; в) дисперсией.

10. К искажению соотношения фаз волн различной длины приводит

- а) дисперсия; б) диссипацией; в) диффузией.

11. Если главный член в выражении для погрешности аппроксимации содержит производную четного порядка, то схема

- а) обладает в основном диссипативными свойствами;
- б) обладает в основном дисперсионными свойствами;
- в) не обладает диффузионными свойствами.

12. Если главный член в выражении для погрешности аппроксимации содержит производную нечетного порядка, то схема

- а) обладает в основном диссипативными свойствами;
- б) обладает в основном дисперсионными свойствами;
- в) не обладает диффузионными свойствами.

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий допустил не более одной ошибки. На теоретический вопрос дан правильный, развернутый ответ или содержащий незначительные фактические ошибки.

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

В программу итогового государственного экзамена для проверки остаточных знаний можно рекомендовать вопросы из разделов:

- 1. Разностные схемы для расчета обобщенных решений.
- 2. Методы расчёта течений без ударных волн,
- 3. Двухшаговые схемы типа Лакса-Вендроффа для нестационарных уравнений газовой динамики
- 4. Метод Годунова для решения задач газовой динамики.

Критерии оценивания: правильный, развернутый ответ или содержащий незначительные фактические ошибки на один вопрос из списка.

#### **Информация о разработчиках**

Шрагер Эрнст Рафаилович, доктор физико-математических наук, доцент; профессор кафедры математической физики ФТФ ТГУ