

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 16.06.2025 15:55:40  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН

|                             |                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------|
| Код, направление подготовки | 01.03.02 Прикладная математика и информатика |
| Направленность (профиль)    | «Прикладная математика и информатика»        |
| Форма обучения              | очная                                        |
| Кафедра-разработчик         | Прикладной математики                        |
| Выпускающая кафедра         | Прикладной математики                        |

## Типовые контрольные задания

### Контрольная работа

#### Примеры вариантов контрольной работы

Получить численное решение следующих начально-краевых задач для однородного уравнения теплопроводности на отрезке. Сравнить с аналитическим решением  $u_0$ .

1.  $u_t = u_{xx}; \quad x \in (0, \pi); \quad t > 0;$

$$u|_{x=0} = 0; \quad u|_{x=\pi} = 1; \quad u|_{t=0} = \frac{x}{\pi} + 4\sin 3x;$$

$$u_0(x, t) = \frac{x}{\pi} + 4e^{-9t} \sin 3x.$$

2.  $u_t = u_{xx}; \quad x \in (0, 1); \quad t > 0;$

$$u|_{x=0} = 2t; \quad u|_{x=1} = 1 + 2t; \quad u|_{t=0} = x^2;$$

$$u_0(x, t) = x^2 + 2t.$$

3.  $u_t = \frac{1}{2}u_{xx}; \quad x \in (0, 1); \quad t > 0;$

$$u_x|_{x=0} = 0; \quad u|_{x=1} = 1 + t; \quad u|_{t=0} = x^2;$$

$$u_0(x, t) = x^2 + t.$$

4.  $u_t = u_{xx}; \quad x \in (0, 1); \quad t > 0;$

$$u_x|_{x=0} = -1; \quad u_x|_{x=1} = 1; \quad u|_{t=0} = x(x-1);$$

$$u_0(x, t) = x^2 - x + 2t.$$

5.  $u_t = \frac{1}{6}u_{xx}; \quad x \in (0, 2); \quad t > 0;$

$$u|_{x=0} = 0; \quad u_x|_{x=2} = 12 + t; \quad u|_{t=0} = x^3;$$

$$u_0(x, t) = x^3 + xt.$$

6.  $u_t = 4u_{xx}; \quad x \in (0, \pi); \quad t > 0;$

$$u_x|_{x=0} = 1; \quad u|_{x=\pi} = \pi - e^{-4t}; \quad u|_{t=0} = x + \cos x;$$

$$u_0(x, t) = x + e^{-4t} \cos x.$$

7.  $u_t = u_{xx}; \quad x \in (0, 2\pi); \quad t > 0;$

$$u_x|_{x=0} = 0; \quad u_x|_{x=2\pi} = 0; \quad u|_{t=0} = \sin^2 \frac{x}{2};$$

$$u_0(x, t) = \frac{1}{2}(1 - e^{-t} \cos x).$$

8.  $2u_t = u_{xx}; \quad x \in (0, 1); \quad t > 0;$

$$u|_{x=0} = t - 1; \quad u_x|_{x=1} = 2; \quad u|_{t=0} = x^2 - 1;$$

$$u_0(x, t) = x^2 + t - 1.$$

$$9. \quad u_t = u_{xx}; \quad x \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right); \quad t > 0;$$

$$u|_{x=0} = -1; \quad u_x|_{x=\frac{\pi}{2}} = 1; \quad u|_{t=0} = x - 1 - \sin x;$$

$$u_0(x, t) = x - e^{-t} \sin x - 1.$$

$$10. \quad u_t = 4u_{xx}; \quad x \in \left(0, \frac{3\pi}{2}\right); \quad t > 0;$$

$$u_x|_{x=0} = 0; \quad u|_{x=\frac{3\pi}{2}} = 2; \quad u|_{t=0} = 2 + \cos x;$$

$$u_0(x, t) = 2 + e^{-4t} \cos x.$$

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

| Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Вид задания            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <p><i>Сформулируйте развернутые ответы на следующие вопросы (сформулировать основные определения, продемонстрировать примеры, при необходимости проиллюстрировать ответ):</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Предмет "Вычислительная гидродинамика и теплообмен".</li><li>2. Приложения вычислительной гидродинамики в науке и технике.</li><li>3. Уравнение теплопроводности (диффузии).<br/>Граничные и начальные условия.</li><li>4. Численное решение уравнения диффузии методом контрольного объема.</li><li>5. Процедура дискретизации.</li><li>6. Выбор координат. Независимые переменные.</li><li>7. Односторонние и двухсторонние координаты.</li><li>8. Баланс потоков на границах контрольного объема.</li><li>9. Положительность коэффициентов дискретного аналога.</li><li>10. Отрицательность коэффициента при линеаризации источникового члена. Сумма соседних коэффициентов.</li><li>11. Стационарная одномерная теплопроводность.</li><li>12. Коэффициент теплопроводности на границах контрольного объема.</li><li>13. Линеаризация источникового члена.</li><li>14. Аппроксимация граничных условий.</li><li>15. Метод прогонки.</li><li>16. Нестационарное одномерное уравнение теплопроводности.</li><li>17. Явная схема. Схема Кранка-Николсона.<br/>Полностью неявная схема.</li><li>18. Дискретный аналог для двумерной задачи теплопроводности.</li><li>19. Метод переменных направлений.</li><li>20. Метод верхней и нижней релаксации.</li><li>21. Критерий Скарбороу.</li><li>22. Уравнение неразрывности.</li><li>23. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости.</li><li>24. Уравнение переноса тепла в жидкости. Граничные и начальные условия.</li><li>25. Стационарная одномерная задача конвективно-диффузионного теплообмена.</li><li>26. Точное решение.</li><li>27. Схема против потока.</li><li>28. Экспоненциальная схема.</li></ol> | <p>- теоретический</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <p>29. Комбинированная схема.</p> <p>30. Схема со степенным законом.</p> <p>31. Дискретный аналог для двумерных задач.</p> <p>32. Алгоритм SIMPLE расчет поля течения.</p> <p>33. Поправки скорости и давления.</p> <p>34. Граничные условия для уравнения поправки давления.</p> <p>35. Итерационный характер методики расчета.</p> <p>36. Расчет поля течения в области с неправильной геометрией. Регулярная сетка с заблокированными областями.</p> |              |
| Задание для показателя оценивания дескриптора<br>«Умеет», «Владеет»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Вид задания  |
| Защита учебных проектов по темам: «Численное решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности», «Численное решение начально-краевых задач конвективного теплообмена» в форме презентации.                                                                                                                                                                                                                                                  | практический |