

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Т.Г. ШЕВЧЕНКО

Бендерский политехнический филиал
Кафедра «Инженерно – экологические системы»

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

«13» 09 2021 г. протокол № 2

И. о. заведующего кафедрой

Н.А. Поперешнюк



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ДВ.06.02 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ

(наименование дисциплины)

2.08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(наименование профиля подготовки)

бакалавр

Квалификация (степень) выпускника

Разработал:

Доцент

Н.А. Марунич Марунич

Бендеры, 2021

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине
**«Численные методы и программное обеспечение проектирования систем
теплогазоснабжения»**

1. В результате освоения дисциплины «Численные методы и программное обеспечение проектирования систем теплогазоснабжения» студент должен:

1.1 знать:

- математические постановки некоторых важных инженерных задач;
- основные численные методы решения задач линейной алгебры и математического анализа;
- методы построения математических моделей профессиональных задач и содержательной интерпретацией полученных результатов;
- основные вычислительные методы, применяемые в решении задач в строительстве;

1.2 уметь:

- систематизировать информацию в области типов применяемых программно-аппаратных комплексов, использующих вычислительные методы для решения задач в области теплогазоснабжения;
- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок
- проводить расчет процессов нестационарной теплопроводности;
- рассчитывать основные процессы конвективного теплообмена с использованием теории подобия;
- систематизировать информацию в области типов применяемых программно-аппаратных комплексов, использующих вычислительные методы для решения задач в области теплогазоснабжения;
- основные понятия и определения численных методов для расчета тепловых нагрузок открытых и закрытых систем теплоснабжения, видов прокладок тепловых сетей;
- программное обеспечение расчетов объектов систем теплогазоснабжения;

1.3 владеть:

- навыками применения вычислительной техники для ведения теплового и гидравлического расчетов систем теплогазоснабжения;
- навыками математического моделирования задач по прочностному анализу строительных конструкций систем теплогазоснабжения.

1. Программа оценивания контролируемой компетенции:

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины и их наименование	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Тема № 1 «Введение»	ОПК-4, ОПК-6, ПК-14	• Модульная контрольная работа №1, • СРС (подготовить доклад) «Особенности постановки задач и этапы их решения», • «Алгоритмы как форма и средство представления результатов научных
	Тема № 2 «Математическое моделирование, автоматизация процессов проектирования»		
	Тема № 3 «Методы вычислений и		

	программирование»		исследований. • «Основные методы численного исчисления» • «Методы интерполяции. Математическая и программное обеспечение интерполяции» • Лабораторные работы: «Общие сведения о численных методах расчета, область применения» • «Использование численных методов в прикладных задачах» • «Задание области расчета. Выбор математической модели течения. Задание граничных условий» • «Основы программирования задач при решении численными методами». • «Генерация расчетной сетки. Задание параметров метода численного моделирования» • «Разработка вычислительных программ и расчет средне-интегральных характеристик теплопереноса методом прямоугольников. • Расчет температуры воздуха в холодный период методом половинного деления. • Моделирование распределения скорости воздуха при панельном отоплении. • Расчет методом касательных температуры воздуха в холодный период. • Расчет методом итераций температуры воздуха в холодный период. • Определение и анализ распределения температурного поля для нестационарного случая в зависимости от материалов трубопровода.
	Тема № 4 «Стандартное математическое обеспечение»		
	Тема № 5 «Численные методы»		
	Тема № 6 «Метод касательных»		
	Тема № 7 «Метод итераций»		
	Тема 8. «Интегро-интерполяционный метод построения разностных схем»		
Промежуточная аттестация		ОПК-4, ОПК-6, ПК-14	Вопросы к зачёту
2	Тема № 9 «Основные методы и программы численного интегрирования уравнений теплопереноса.»	ОПК-4, ОПК-6, ПК-14	• Модульная контрольная работа № 2 • СРС (подготовить доклад) «Математическая постановка задачи» • «Методы расчёта процесса теплообмена при канальной прокладке теплопроводов» • СРС (подготовить доклад) «Тепловая волна в грунте»
	Тема № 10 «Расчет среднеинтегральных характеристик тепловых процессов»		
	Тема № 11 «Разностный метод решения		

	дифференциальных уравнений теплообмена канальной прокладки теплопроводов»		• «Стационарный и нестационарный тепловой режим» • Лабораторные работы: «Разработка вычислительных программ и расчет средне-интегральных характеристик теплопереноса методом прямоугольников.» • «Расчет температуры воздуха в холодный период методом половинного деления» • «Моделирование распределения скорости воздуха при панельном отоплении.» • «Расчет методом касательных температуры воздуха в холодный период.» • «Расчет методом итераций температуры воздуха в холодный период» • «Определение и анализ распределения температурного поля для нестационарного случая в зависимости от материалов трубопровода» • «Разработка вычислительных программ и расчет средне-интегральных характеристик теплопереноса методом трапеций.» • «Сравнительный анализ результатов вычислений. Составление и написание отчета. Коллоквиума.» • «Моделирование распределения температур в грунте при использовании грунтового теплового насоса.» • «Разработка расчетных алгоритмов температур методом конечных разностей.
3	Тема № 13 «Нестационарное температурное поле. Распространение тепловой волны» Тема № 14 «Аналитический метод расчета температурных полей теплопроводов» Тема № 15. «Алгоритм разностного решения задачи переноса теплоты в грунте» Тема № 16 «Грунтовые тепловые насосы: стационарный тепловой режим» Тема № 17 «Особенности численных методов расчетов	ОПК-4, ОПК-6, ПК-14	• Модульная контрольная работа № 3 • СРС (подготовить доклад) «Использование готового программного обеспечения для решения задач моделирования теплового режима.» • «Перспективы применения методов вычислительной математики в системах обеспечения микроклимата» Лабораторные работы: «Расчет тепловых потоков с помощью разностных схем. Графическое построение температурного поля» «Технико-экономический расчет

	температурных полей бесканальных прокладок теплопроводов»		толщины тепловой изоляции» «Определение тепlopоступлений с использованием программы Terplo» «Гидравлический расчет с использованием программного обеспечения.»
	Тема № 18 «Численное моделирование тепловых режимов»		
	Тема № 19 «Методики оптимизации процессов энергосбережения систем теплогазоснабжения»		
	Темы № 20 «Программное обеспечение проектирования систем ТГС»		
Итоговая аттестация		ОПК-4, ОПК-6, ПК-14	Вопросы к зачёту с оценкой Контрольная работа (для студентов 3/О)

I. Задания на модульные контрольные работы.

1. Контрольная работа №1 по темам:

- Тема 1. Введение.
- Тема 2. Математическое моделирование, автоматизация процессов проектирования.
- Тема 3. Методы вычислений и программирование.
- Тема 4. Стандартное математическое обеспечение.

Вариант № 1.

1. Численные методы
2. Компьютерное моделирование
3. Информационные модели баз данных

Вариант № 2.

1. Математическое моделирование
2. Классификация информационных моделей
3. Компьютерный эксперимент

Результаты первого модуля- 8 баллов.

Критерии оценки:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 6-8 баллов,
- Оценка «хорошо» - 4-5 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - менее 4 баллов.

2. Контрольная работа №2 по темам:

- Тема 9. Основные методы и программы численного интегрирования уравнений теплообмена.
- Тема 10. Расчет среднеинтегральных характеристик тепловых процессов.
- Тема 11. Разностный метод решения дифференциальных уравнений теплообмена канальной прокладки теплопроводов.

- Тема 12 Математическая постановка задачи теплообмена канальной прокладки теплопроводов.

Вариант № 1

1. Системный анализ. Элементы
2. Среднеинтегральные характеристики
3. Линейное программирование

Вариант № 2

1. Методы системного анализа
2. Разностный метод теплообмена
3. Модели обслуживания

Вариант № 3

1. Этапы построения алгоритма
2. Теплообмен при канальной прокладке трубопроводов
3. Геометрическое программирование

Результаты второго модуля- 8 баллов.

Критерии оценки:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 6-8 баллов,
- Оценка «хорошо» - 4-5 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - менее 4 баллов.

3. Контрольная работа №3 по темам:

- Тема 13. Нестационарное температурное поле. Распространение тепловой волны.
- Тема 14. Аналитический метод расчета температурных полей теплопроводов.
- Тема 15. Алгоритм разностного решения задачи переноса теплоты в грунте.
- Тема 16. Грунтовые тепловые насосы: стационарный тепловой режим.
- Тема 17. Особенности численных методов расчетов температурных полей бесканальных прокладок теплопроводов.
- Тема 18. Численное моделирование тепловых режимов.
- Тема 19. Методики оптимизации процессов энергосбережения систем теплогазоснабжения
- Тема 20. Программное обеспечение проектирования систем ТГС.

Вариант № 1

1. Особенности канальной прокладки теплопроводов
2. Среды программирования
3. Информационная система
4. Теплоизоляция. Виды теплоизоляции

Вариант № 2

1. Устройство грунтовых насосов
2. Использование готовых программ по теплогазоснабжению
3. Этапы построения информационных систем
4. Методики оптимизации процессов энергосбережения

Вариант № 3

1. Получение тепловой грунтовой энергии
2. Температурные поля теплопроводов
3. Технологии при проектировании информационных систем
4. Программное обеспечение проектирования систем ТГВ

Результаты третьего модуля- 8 баллов.

Критерии оценки:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он набрал по результатам 6-8 баллов,
- Оценка «хорошо» - 4-5 баллов,
- Оценка «удовлетворительно» - менее 4 баллов.

II. Темы рефератов:

1. «Особенности постановки задач и этапы их решения»,
2. «Алгоритмы как форма и средство представления результатов научных исследований»
3. «Основные методы численного исчисления»
4. «Методы интерполяции. Математическая и программное обеспечение интерполяции»
5. «Математическая постановка задачи»
6. «Методы расчёта процесса теплообмена при канальной прокладке теплопроводов»
7. «Тепловая волна в грунте»
8. «Стационарный и нестационарный тепловой режим»
9. «Использование готового программного обеспечения для решения задач моделирования теплового режима.»
10. «Перспективы применения методов вычислительной математики в системах обеспечения микроклимата»

Критерии оценивания:

За каждый реферат студент может набрать до 2 баллов.

Структура реферата:

- 1) титульный лист;
- 2) план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;

4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;

5) заключение;

6) список использованной литературы;

7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата).

Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

Реферат оценивается по следующим критериям:

- степень раскрытия темы;

- соблюдение требований к оформлению;

- грамотность;

- соответствие выбора источников поставленному вопросу.

III. Темы лабораторных работ:

1. Общие сведения о численных методах расчета, область применения. Использование численных методов в прикладных задачах.

2. Задание области расчета. Выбор математической модели течения. Задание граничных условий.

3. Основы программирования задач при решении численными методами.

4. Генерация расчетной сетки. Задание параметров метода численного моделирования.

5. Разработка вычислительных программ и расчет средне-интегральных характеристик теплопереноса методом прямоугольников.

6. Расчет температуры воздуха в холодный период методом половинного деления.

7. Моделирование распределения скорости воздуха при панельном отоплении.

8. Расчет методом касательных температуры воздуха в холодный период.

9. Расчет методом итераций температуры воздуха в холодный период.

10. Определение и анализ распределения температурного поля для нестационарного случая в зависимости от материалов трубопровода.

11. Разработка вычислительных программ и расчет средне-интегральных характеристик теплопереноса методом трапеций.

12. Сравнительный анализ результатов вычислений. Составление и написание отчета. Коллоквиума.

13. Моделирование распределения температур в грунте при использовании грунтового теплового насоса.

14. Разработка расчетных алгоритмов температур методом конечных разностей.

15. Расчет тепловых потоков с помощью разностных схем. Графическое построение температурного поля.

16. Техничко-экономический расчет толщины тепловой изоляции.

17. Определение теплоступлений с использованием программы Teplo.

18. Гидравлический расчет с использованием программного обеспечения.

Критерии оценивания:

За каждую лабораторную работу студент может набрать до 1 балла.

Критерии оценки "отлично":

- правильно определил цель работы;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- самостоятельно и рационально выбрал и подготовил необходимое оборудование, всю работу провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы.
- в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы.

Критерии оценки "хорошо" соответствуют требованиям к оценке "отлично", но имеет место нарушения:

- работу проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные.

Критерии оценки "удовлетворительно":

- правильно определил цель работы;
- работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;
- работа проводилась в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;
- допускает грубую ошибку в ходе работы (в объяснении, в оформлении работы), которая исправляется по требованию преподавателя.

Критерии оценки "неудовлетворительно":

- выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;
- опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно или в ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "удовлетворительно";
- допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.

IV. Вопросы для подготовки к зачёту на 7 семестр:

1. Математическая модель.
2. Соответствие математической модели изучаемому объекту.
3. Алгоритм решения.
4. Теорема о существовании корня у непрерывной функции.

5. Метод вилки.
6. Алгоритм решения.
7. Метод итераций (последовательных приближений).
8. Условие Липшца.
9. Метод касательных (Ньютона).
10. Сходимость метода касательных.
11. Сравнение трех методов решения алгебраических уравнений.
12. Определенный интеграл.
13. Интегрируемость монотонной функции.
14. Алгоритм численного интегрирования.
15. Метод прямоугольников.
16. Метод трапеций.
17. Погрешность использования методов численного интегрирования.
18. Уравнение теплопроводности.
19. Основные свойства решений уравнений теплопроводности.
20. Метод конечных разностей.

Вопросы к зачету на 8 семестр:

1. Устойчивость схемы.
2. Вычисление температурного поля.
3. Классификация задач, решаемых на ПЭВМ
4. Математическое описание процессов теплопереноса
5. Аналитические методы решения теплотехнических задач
6. Численные методы решения теплотехнических задач
7. Численные расчеты стационарных температурных распределений
8. Численные расчеты тепловых потоков
9. Численные расчеты нестационарных температур и тепловых потоков.
10. Разработка вычислительных алгоритмов для ПЭВМ.
11. Составление блок-схем расчетов.
12. Представление дифференциальных уравнений в конечных разностях.
13. Правосторонние разностные отношения.
14. Левосторонние разностные отношения.
15. Центральные-разностные отношения.
16. Запись второй производной в конечных разностях.
17. Графические решения задач теплопереноса методом конечных разностей.
18. Разработка разностных алгоритмов расчетов.
19. Последовательность разностных сеток.
20. Неравномерные сеточные схемы
21. Разработка вычислительной программы для ПЭВМ
22. Набор и отладка программы
23. Проведение численных расчетов на ПЭВМ
24. Контроль точности вычислений методом Рунге.
25. Обработка результатов расчетов и их вывод.
26. Математические постановки задач практической теплотехники.
27. Методы последовательных приближений.

28. Блок-схема расчета надземной прокладки теплопроводов
29. Расчет тепловых режимов методами последовательных приближений.
30. Блок-схема расчета подземной прокладки теплопроводов.
31. Расчет тепловых режимов методом последовательных приближений.
32. Анализ тепловых режимов
33. Нелинейные задачи тепломассообмена.
34. Методы линеаризации граничных условий радиационно-конвективного теплообмена
35. Вычислительная техника в инженерных расчетах.
36. Инженерные расчеты систем теплогазоснабжения.
37. Инженерные расчеты теплогенерирующих установок
38. Анализ расчетов систем теплогазоснабжения и теплогенерирующих установок.
39. Нестационарное температурное поле
40. Основные задачи аналитического расчета нестационарных температурных полей
41. Основные задачи численного расчета нестационарных температурных полей
42. Осреднение нестационарных характеристик теплопереноса.

Критерии оценивания:

Студент может быть освобожден от сдачи зачета и ему выставляется соответствующая оценка, если по итогам модульных контролей, написание рефератов и защиту практических и лабораторных работ, он набирает:

- на оценку «отлично» - от 90 до 100 баллов;
- на оценку «хорошо» - от 75 до 89 баллов;
- на оценку «удовлетворительно» - от 50 до 74 баллов.

Студент допускается к сдаче зачета, если он набрал более 50 баллов суммарно за модульные контроли, написание рефератов и защиту лабораторных работ.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он ответил на три теоретических вопроса.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил два из трех теоретических вопроса.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на один из трех теоретических вопроса.

VI. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. М: Высшая школа. 2002
2. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике, 2010

Дополнительная литература

1. Долгов Ю.А. –Основы математического моделирования: Учебное пособие.- Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2009.- 100 с.(в обл.)

2. Современные программные комплексы в инженерной практике: под редакцией Ф.Г.Ахмадиева./ Методические указания./Казань: Казанск. гос. архитектур.- строи. ун-та, 2014.- 47 с.

3. Моделирование и оптимизация в материаловедении . Материалы к 40-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов-МОК/40 Под общей редакцией д-ра техн.наук В.А.Вознесенского