



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

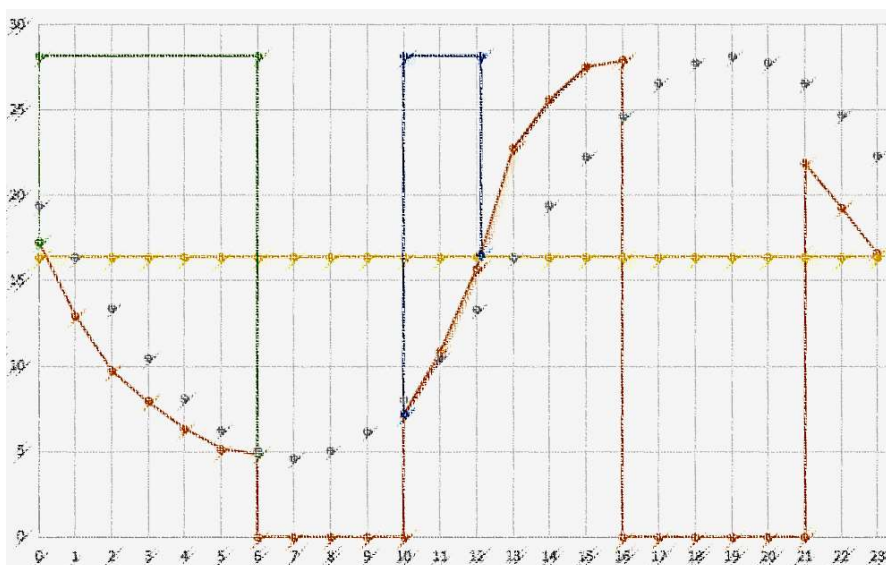
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Инженерная защита окружающей среды»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения лабораторной работы
**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА
МЕТОДОМ КАСАТЕЛЬНЫХ»**
по дисциплине
**«ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТИМ)
СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И КЛИМАТЕХНИКИ»**

для бакалавров всех форм обучения по направлению подготовки
08.03.01 «Теплогазоснабжение и вентиляция»



Ростов-на-Дону
2024

УДК 697.24

Составители: А.Л. Тихомиров, А.П. Пирожникова

Методические указания для выполнения лабораторной работы «Определение температуры внутреннего воздуха методом касательных» по дисциплине «Технологии информационного моделирования (ТИМ) систем теплогазоснабжения и климатехники» для бакалавров всех форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Теплогазоснабжение и вентиляция» / сост. А.Л. Тихомиров, А.П. Пирожникова. – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2024. – 6 с.

Содержат сведения о численных методах. Рассмотрено решение задач нестационарного температурного поля и двумерно температурного поля. Наиболее актуальным является использование новых методов для оптимизации потребления тепловой энергии и прогнозирования параметров микроклимата в современных зданиях.

При проведении лабораторных работ предполагается их реализация в компьютерных классах кафедры, специально предназначенных для этого и обеспеченными соответствующим программным обеспечением.

Предназначены для бакалавров всех форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Теплогазоснабжение и вентиляция»

УДК 697.24

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск:
зав. кафедрой «Инженерная защита окружающей среды»
д-р техн. наук, В.И. Беспалов

В печать 7.06.2024 г.
Формат 60×84/16. Объем 0,4 усл. п. л.
Тираж 100 экз. Заказ № 736

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Доской государственный
технический университет, 2024

Введение

Целью лабораторной работы является определение температуры внутреннего воздуха исходя из близости нулевого приближения x_0 к искомому корню «с».

При проведении лабораторных работ предполагается их реализация в компьютерных классах кафедры, специально предназначенных для этого и обеспеченными соответствующим программным обеспечением.

Выполнение лабораторной работы позволит студентам познакомиться с методом касательных температуры внутреннего воздуха.

1. Кратное описание метода

Метод касательных, связанный с именем Ньютона, является одним из наиболее эффективных численных методов решения уравнений. Идея метода очень проста. Предположим, что функция $f(x)$, имеющая корень c на отрезке $[a, b]$, дифференцируема на этом отрезке, и ее производная $f'(x)$ не обращается на нем в нуль.

Для нахождения корня уравнения используется: графический метод; качественное исследование уравнений; теорема о существовании корня у непрерывной функции. Рассмотрим нахождение корня уравнения подробнее.

Аналитические и численные методы решения уравнений математической физики в системах ОВиК представлены в [1].

2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторной работы;
2. Студенты должны предварительно выбрать свой вариант по номеру в списке в группе (таблица 1).
3. Включить компьютер, запустить программу Microsoft Excel.
4. После ознакомления с описанием лабораторной работы и программой в которой будет проводиться расчет следует убедиться в том, что программа и компьютер работают исправно (инженер лаборатории).
5. Необходимо до начала выполнения расчетов каждому студенту получить соответствующие инструкции по эксплуатации программы Microsoft Excel (инженер лаборатории, преподаватель).
6. Открыть программу Microsoft Excel (преподаватель).
7. Студенту необходимо самостоятельно, в соответствии со своим вариантом соответствующему номеру в списке в группе (см. таблица 1) начать расчет.

Таблица 1 – Исходные данные

Номер по порядку	$t_{om},$ °C	$t_s,$ °C	$R,$ м ² °C/Вт	$F,$ м ²	$A,$ м ²	$q_{ном},$ Вт	N	$t_1,$ °C	$t_2,$ °C	ε
1.	-0,7	20	2,68	64	1,2	560	0,37	95	70	0,010
2.	-4,5	22	3,01	62	1,7	600	0,38	80	55	0,035
3.	-1,9	21	2,83	50	1,6	710	0,39	85	60	0,030
4.	-7,5	20	3,99	42	1,9	560	0,49	90	65	0,025
5.	-2,0	22	2,92	45	1,4	600	0,48	95	70	0,020
6.	-3,3	21	3,25	52	1,3	710	0,47	80	55	0,015
7.	-2,4	20	2,97	62	1,2	840	0,46	85	60	0,010
8.	-4,2	22	2,85	63	1,6	560	0,45	90	65	0,035
9.	-2,3	21	2,88	48	1,8	600	0,44	95	70	0,030
10.	-4,0	20	3,10	49	1,8	710	0,43	80	55	0,025
11.	1,3	22	2,81	40	1,1	840	0,42	85	60	0,02
12.	2,7	21	2,48	65	1,0	560	0,41	90	65	0,015
13.	-2,2	20	2,75	64	1,3	600	0,40	95	70	0,010
14.	-1,2	22	2,59	47	1,6	710	0,41	90	65	0,015
15.	-16	21	2,43	52	1,4	840	0,42	85	60	0,020
16.	-2,2	20	2,65	46	1,5	560	0,43	80	55	0,025
17.	-3,6	22	2,86	53	1,8	600	0,44	95	70	0,030
18.	-2,4	21	3,27	42	1,3	710	0,45	90	65	0,035
19.	-5,4	20	3,04	50	1,7	840	0,46	85	60	0,010
20.	-1,2	22	2,98	63	1,6	560	0,47	80	55	0,015
21.	0,0	21	2,57	58	1,2	600	0,48	95	70	0,020
22.	-2,0	20	3,02	43	1,5	710	0,49	90	65	0,025
23.	-3,2	22	3,14	66	1,4	840	0,39	85	60	0,030
24.	-2,6	21	3,27	57	1,7	710	0,38	80	55	0,035
25.	-3,5	20	3,31	42	1,9	840	0,37	95	70	0,010

Все приведенные ниже формулы заносятся в Макрос (во вкладке вид) программы Microsoft Excel, пример занесения данных представлен на рисунок 1.

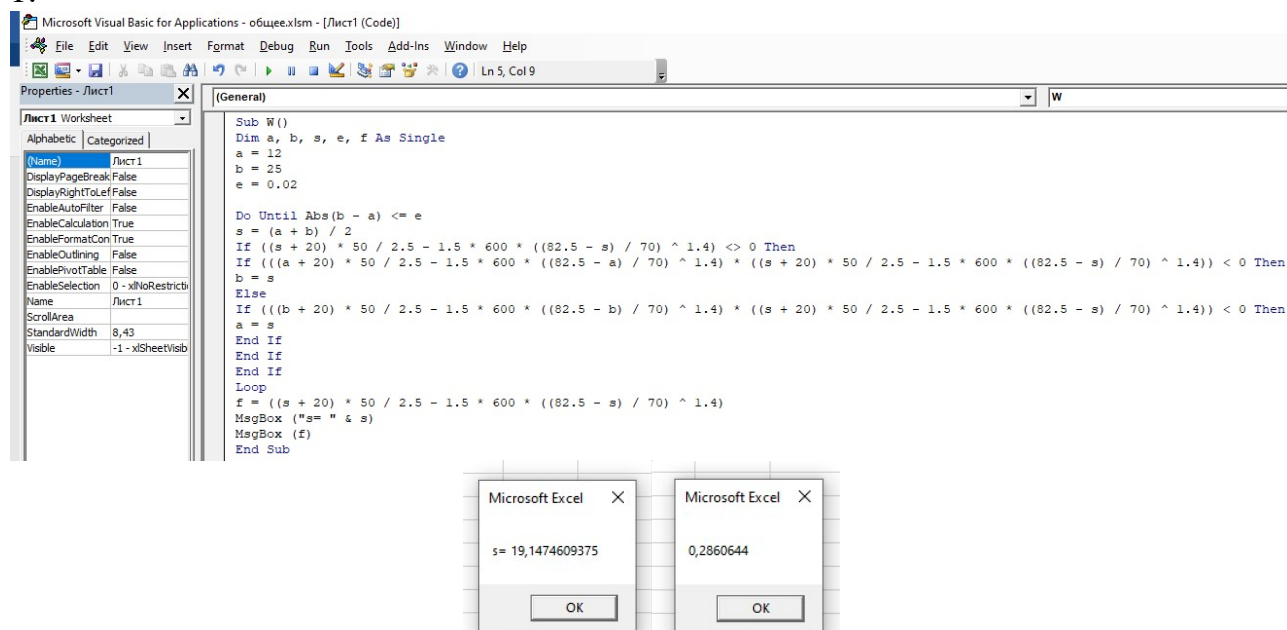


Рисунок 1 – Пример заполнения данных

На основе метода касательных в качестве примера рассмотрим задачу извлечения квадратного корня из произвольного положительного числа a , $a > 0$, который будем искать как решение уравнения

$$f(x) = x^2 - a = 0.$$

Рекуррентная формула метода Ньютона в данном случае принимает вид

$$x_{n+1} = x_n - (x_n^2 - a) / 2x_n.$$

Рассмотрим извлечение квадратного корня из числа 27. В качестве первого приближения примем 5.

n	x_n
0	5
1	5,2000
2	5,1961538461538500
3	5,1961524227068300
4	5,1961524227066300

Процесс сходимости весьма быстрый.

Рассмотрим пример по определению температуры воздуха внутри помещения (см. предыдущие разделы).

$$f(t_g) = (t_g + 20)50/2,5 - 1,5 \cdot 600((82,5 - t_g)/70)^{1,4} = 0$$

$$f'(t_g) = 20 - 1,4 \cdot 1,5 \cdot 600((82,5 - t_g)/70)^{0,4} \cdot (-1/70) = 20 + 18((82,5 - t_g)/70)^{0,4}$$

Рекуррентная формула принимает вид

$$t_{g(n+1)} = t_{g(n)} - [(t_g + 20)50/2,5 - 1,5 \cdot 600((82,5 - t_g)/70)^{1,4}] / [20 + 18((82,5 - t_g)/70)^{0,4}]$$

В качестве первого приближения примем среднее значение ранее определенного интервала $[10, 25] - 17,5$.

n	x_n
0	17,5
1	19,13591322
2	19,1397908375762
3	19,1397908595864
4	19,1397908595864

Начиная с $n=1$ последовательность $\{x_n\}$ возрастает и приближается к корню $x=c$ снизу. После третьего шага процесс «останавливается». Становится невозможным уловить разницу между x_{n+1} и x_n , лежащей за пределами ошибки округления.

При оценке эффективности численных методов существенное значение имеют различные свойства:

- 1) универсальность;
- 2) простота организации вычислительного процесса и контроля за точностью;

3) скорость сходимости.

8. На основании полученных результатов оформить отчет, на формате А5 и распечатать.

3. Выводы по выполненной работе

На основе полученных данных сделать вывод о результатах применения метода касательных для определения температуры внутреннего воздуха.

4. Литература

1. Аналитические и численные методы решения уравнений математической физики
<https://pandia.ru/text/78/451/28259.php?ysclid=lth1rbg49512392392> (дата обращения 02.04.2024)
2. Пирумов У. Численные методы. Учебное пособие для студентов вузов. – Litres, 2022.
3. Чайковская О. Н., Сюсина О. М. Численные методы и математическое моделирование.
4. Клуникова М. М. Развитие вычислительного мышления студентов в процессе обучения дисциплине «Численные методы»: дис. – Сибирский федеральный университет, 2020.
5. Добронев Б. С., Попова О. А. Вычислительный вероятностный анализ: модели и методы. – 2020.