

ЗАДАНИЕ на лабораторную работу №2

Тема: Программно- алгоритмическая реализация метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности при решении системы ОДУ в задаче Коши.

Цель работы. Получение навыков разработки алгоритмов решения задачи Коши при реализации моделей, построенных на системе ОДУ, с использованием метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности.

Исходные данные.

1. Задана система электротехнических уравнений, описывающих разрядный контур, включающий постоянное активное сопротивление R_k , нелинейное сопротивление $R_p(I)$, зависящее от тока I , индуктивность L_k и емкость C_k .

$$\begin{cases} \frac{dI}{dT} = \frac{U - (R_k + R_p(I))I}{L_k}, \\ \frac{dU}{dt} = -\frac{I}{C_k}. \end{cases}.$$

Начальные условия:

$$t = 0, I = I_0, U = U_0.$$

Здесь I, U - ток и напряжение на конденсаторе.

Сопротивление R_p рассчитать по формуле

$$R_p = \frac{l_p}{2\pi R^2 \int_o^1 \sigma(T(z)) z dz}.$$

Для функции $T(z)$ применить выражение $T(z) = T_0 + (T_w - T_0) z^m$.

Параметры T_0, m находятся интерполяцией из табл.1 при известном токе I .

Коэффициент электропроводности $\sigma(T)$ зависит от T и рассчитывается интерполяцией из табл.2.

Таблица 1

I, A	T ₀ , K	m
0.5	6730	0.50
1	6790	0.55
5	7150	1.7
10	7270	3
50	8010	11
200	9185	32
400	10010	40
800	11140	41
1200	12010	39

Таблица 2

T, K	σ , 1/Ом см
4000	0.035
5000	0.27
6000	2.05
7000	6.06
8000	12.0
9000	19.9
10000	29.6
11000	41.1
12000	54.1
13000	67.7
14000	81.5

Параметры разрядного контура:

$R=0.35$ см

$l_3=12$ см

$L_k=187 \cdot 10^{-6}$ Гн

$C_k=268 \cdot 10^{-6}$ Ф

$R_k=0.25$ Ом

$U_{co}=1400$ В

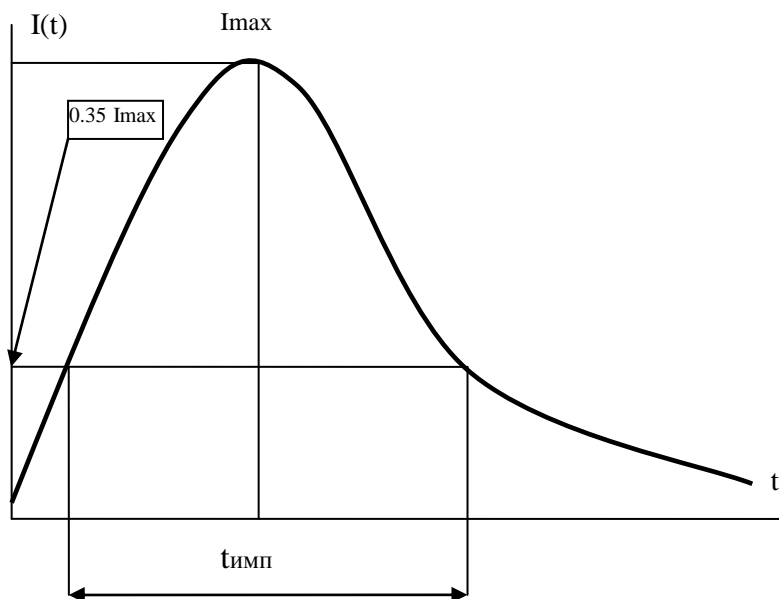
$I_0=0..3$ А

$T_w=2000$ К

Для справки: при указанных параметрах длительность импульса около 600 мкс, максимальный ток – около 800 А

Результаты работы

1. Графики зависимости от времени импульса t : $I(t)$, $U(t)$, $R_p(t)$, произведения $I(t) \cdot R_p(t)$, $T_0(t)$ при заданных выше параметрах. Указать шаг сетки.
2. График зависимости $I(t)$ при $R_k + R_p = 0$. Обратить внимание на то, что в этом случае колебания тока будут незатухающими.
3. График зависимости $I(t)$ при $R_k + R_p = \text{const} = 200$ Ом в интервале значений t 0-20 мкс.
4. Результаты исследования влияния параметров контура C_k , L_k , R_k на длительность импульса $t_{\text{имп}}$ аperiodической формы. Длительность импульса определяется по кривой зависимости тока от времени на высоте $0.35 I_{\text{max}}$, I_{max} - значение тока в максимуме (см. рисунок).



Вопросы при защите лабораторной работы.

Ответы на вопросы дать письменно в Отчете о лабораторной работе.

1. Какие способы тестирования программы, кроме указанного в п.2, можете предложить ещё?
2. Получите систему разностных уравнений для решения сформулированной задачи неявным методом трапеций. Опишите алгоритм реализации полученных уравнений.
3. Из каких соображений проводится выбор численного метода того или иного порядка точности, учитывая, что чем выше порядок точности метода, тем он более сложен и требует, как правило, больших ресурсов вычислительной системы?

4. Можно ли метод Рунге - Кутты применить для решения задачи, в которой часть условий задана на одной границе, а часть на другой? Например, напряжение по-прежнему задано при $t = 0$, т.е. $t = 0, U = U_0$, а ток задан в другой момент времени, к примеру, в конце импульса, т.е. при $t = T, I = I_T$. Какой можете предложить алгоритм вычислений?

Методика оценки работы.

Модуль 2, срок - 12-я неделя.

1. Задание полностью выполнено - 6 баллов (минимум).
2. В дополнение к п.1 даны исчерпывающие ответы на все вопросы, и эти ответы не являются копией ответов в ранее сданных работах - 10 баллов (максимум).
3. В дополнение к п.1 даны удовлетворительные ответы на отдельные вопросы – 7-9 баллов.