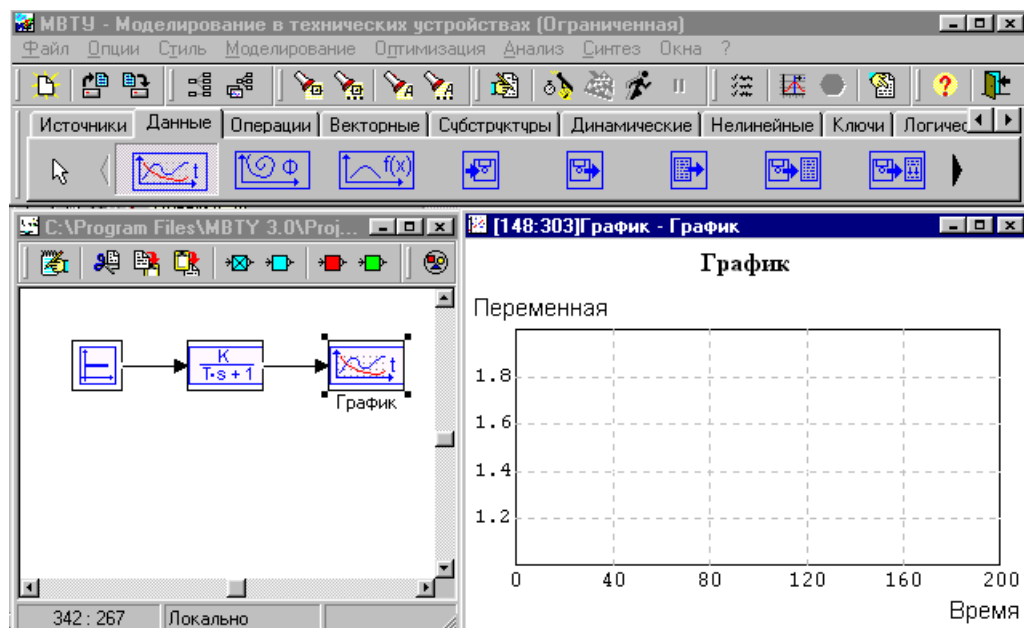


Лабораторна робота №1

Моделювання аперіодичного ланки 1 порядку

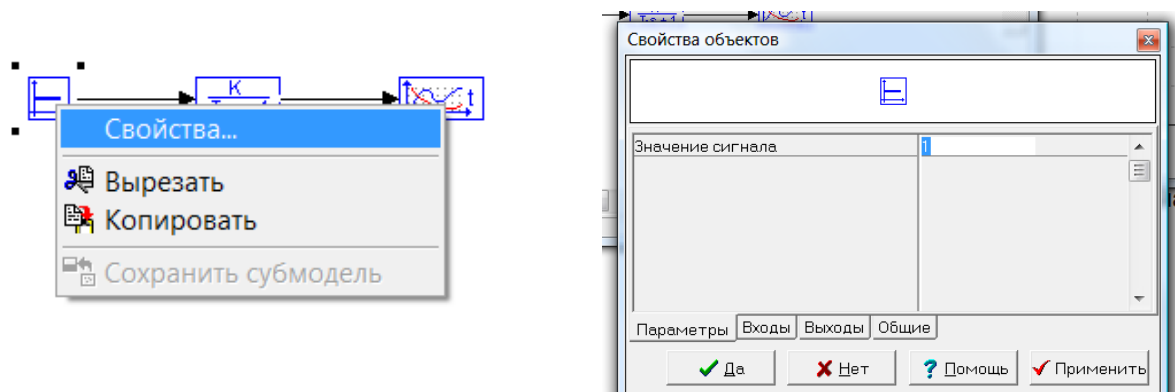
Завдання

1. Ознайомитись із правилами роботи програмного комплексу для моделювання та дослідження об'єктів та систем MBTY. Файл mbty_intr.chm
2. Побудувати модель



3. Встановити властивості блоку Константа.

Клацнути правою клавішею по блоку константа у вікні моделі, у меню вибрати Властивості. У вікні, що з'явиться, ввести значення вхідного сигналу відповідно до присвоєного студенту номера варіанту завдання.



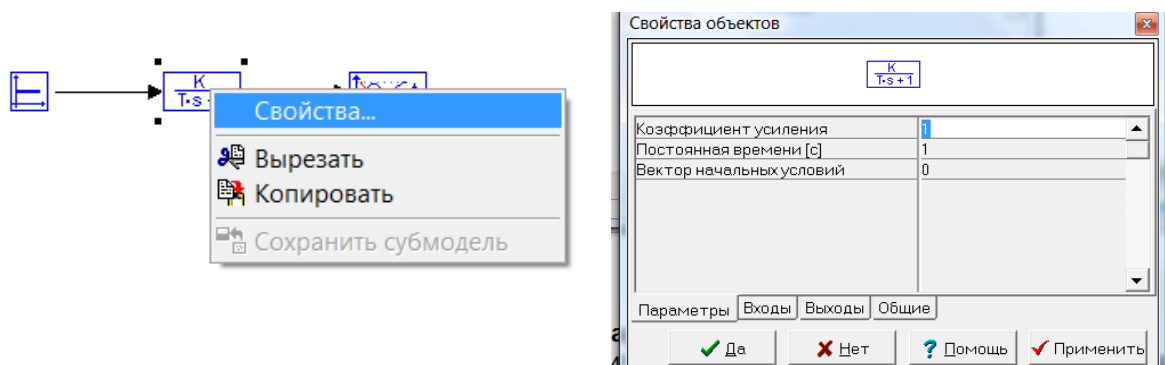
4. Задати властивості блоку аперіодичного ланки.

Передаточна функція аперіодичного ланки має вигляд:

$$W(s) = \frac{k}{pT + 1} \quad (1)$$

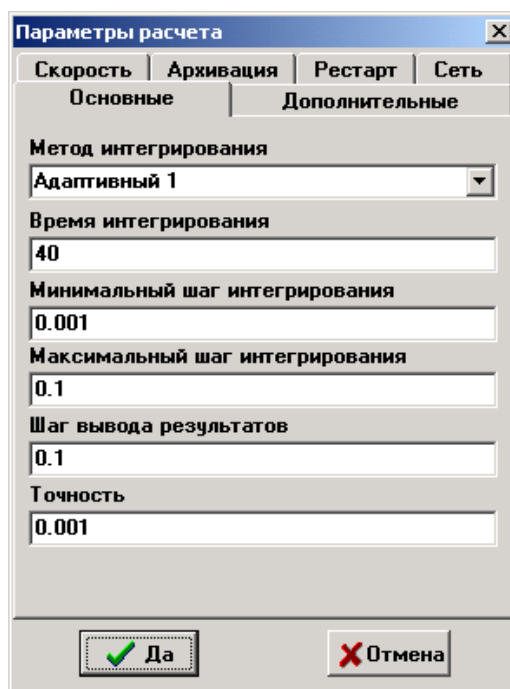
де: k - Коефіцієнт посилення ланки; T – постійна часу ланки.

Клацнути правою клавішею по періодичній ланці у вікні моделі, у меню вибрати Властивості. У вікні, що з'явилося, ввести значення коефіцієнта посилення і значення постійної часу ланки відповідно до присвоєного студенту номера варіанту завдання.



5. Встановити параметри інтегрування.

Перемістіть курсор на командну кнопку Параметри розрахунку (або в меню Моделювання) і зробіть одноразове клацання лівою клавішею миші: відкриється діалогове вікно Параметри інтегрування з активною закладкою Основні

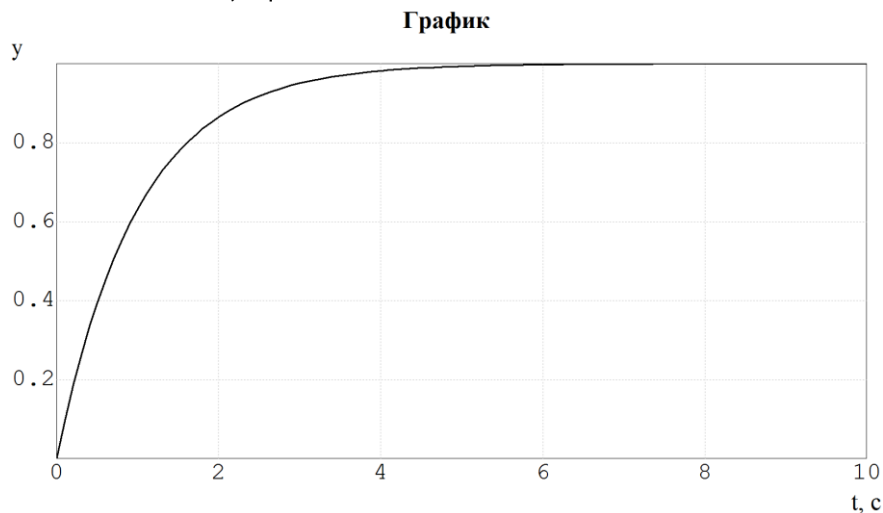


Час інтегрування слід встановлювати так, щоб сигнал вийшов на своє значення, що встановилося.

6. Запустити програму на рахунок.

Клацнути по кнопці Пуск (Продовжити розрахунок Ctrl+F9) із зображенням чоловічка, що біжить, на основній панелі.

На вхід аперіодичного ланки буде подано ступінчастий віртуальний сигнал, на який блок відреагує поступовим, все повільнішим зростанням сигналу до його значення, що встановлюється.



7. Дослідити властивості аперіодичної ланки

Перехідна функція аперіодичної ланки має вигляд

$$h(t) = k(1 - e^{-t/T}) \quad (2)$$

Перехідна функція аперіодичного ланки з часом прагне значення його коефіцієнта посилення, а дотична, проведена в нульовий момент часу до кривої перехідного процесу, перетинає рівень стабілізації сигналу в момент часу, рівний постійної часу ланки.

Перехідна функція може бути одержана рішенням диференціального рівняння 1-го порядку

$$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t), \quad (3)$$

яке, при постійному значенні вхідного сигналу x матиме вигляд

$$y(t) = kx(1 - e^{-t/T}) \quad (4)$$

Таким чином, згідно з (4) при $t \rightarrow \infty$ значення вихідного сигналу прагне до твору коефіцієнта посилення значення постійного вхідного сигналу. Однак, при проведенні моделювання, згідно з встановленими параметрами розрахунку, вихідний сигнал y прийме значення kx в деякий кінцевий момент часу. Це

може бути пов'язано як з похибкою методу інтегрування, так і з параметрами розрахунку та встановленою відносною похибкою.

Визначивши, за результатами моделювання, час виходу процесу на $t_{ст}$, що встановилася, коли значення вихідного сигналу облік буде дорівнює k_x або відрізнятиметься від k_x на величину $\varepsilon \cdot k_x$ (ε – похибка, встановлена в параметрах розрахунку). Для цього в полі графіка правою клавішею мишки слід відкрити меню і вибрати Список



У таблиці знайти необхідне значення часу виходу вихідного сигналу на встановленої режим. Якщо вихідний сигнал не встигає вийти на режим, що встановився (у межах встановленої похибки), слід збільшити час інтегрування.

The screenshot shows the same window, but now displaying a table of data. The table has two columns: 't, c' and 'График 1'. The data is as follows:

t, c	График 1
6.30783	0.998179
6.40783	0.998352
6.50783	0.998509
6.60783	0.998651
6.70783	0.998779
6.80783	0.998895
6.90783	0.999
7.00783	0.999096
7.10783	0.999182
7.20783	0.999259
7.30783	0.99933
7.40783	0.999394
7.50783	0.999451
7.60783	0.999504
7.70783	0.999551

У даному прикладі, при $T=1$, $x=1$, $k=1$ $\varepsilon=0.001$ та методі інтегрування Адаптивний 1, це буде $t_{cm} = 6.90783$ с для облік=0.999 (допустиме відхилення від $k \cdot x=1$ буде $\Delta y = \varepsilon \cdot k \cdot x=0.001$, тобто у межах встановленої похибки у параметрах розрахунку).

Потім слід, використовуючи (4), обчислити аналітичне значення $y_{анал}$, визначити відносну помилку моделювання

$$y_{анал} = 1 \cdot 1 \cdot (1 - e^{-6.90783/1}) = 0.999000075.$$

$$\varepsilon^* = \frac{|y_{числ} - y_{анал}|}{|y_{анал}|} = \frac{|0.999 - 0.999000075|}{|0.999000075|} = 7.5 \cdot 10^{-8}$$

Розбивши t_{cm} на 4-5 інтервалів з рівним кроком, обчислити зміну похибки розрахунку, представивши результати у вигляді таблиці, наприклад

t, c	$y_{числ}$	$y_{анал}$	Δy	ε^*
1.00783	0.635007	0.634989807	-1.71929E-05	2.708E-05
2.00783	0.865733	0.865720254	-1.27458E-05	1.472E-05
3.00783	0.950608	0.950601242	-6.75784E-06	7.109E-06
4.00783	0.981831	0.981827213	-3.78743E-06	3.858E-06
5.00783	0.993316	0.993314605	-1.39488E-06	1.404E-06
6.90783	0.999	0.999000075	7.47182E-08	7.4793E-08

Таким чином, встановлена точність розрахунку ($\varepsilon=0.001$) забезпечується по всьому інтервалі інтегрування методом Адаптивний 1.

8. Оформити графік

Клацнувши правою кнопкою за графіком, у меню виберете Властивості і дайте змістовну назву графіку: Перехідна характеристика, змініть колір і товщину лінії графіка, назву змінної по осі ординат замініть на змістовніше: Вихідний сигнал (між словами натиснути Enter).

Клацніть правою кнопкою по блоку осцилографа у вікні моделі, у меню виберете Властивості, у вікні перейдіть на вкладку Загальні і задайте в нижньому вікні заголовок (назва) блоку: Осцилограф, який з'явиться під блоком при клацанні по кнопці Так.

9. Провести моделювання, згідно з наданим варіантом завдання, для другого значення постійного часу (задаються два значення постійного часу, позначені як $T1$ і $T2$).

Значення вихідних сигналів для двох значень постійного часу можна виводити на один графік (Осцилограф).

10. Підготувати звіт.

До звіту входять: виклад процедури моделювання, графічні та табличні матеріали, висновки щодо роботи. Звіт оформляється як файл у форматі "pdf". До звіту додається файл проекту MBTU (розширення trj).

Варіанти завдання

№ варіанта	Значення вхідного сигналу x	Коефіцієнт посилення k	Постійна часу	
			T_1	T_2
1	1	1.1	0.5	2.0
2	2	1.2	0.6	2.1
3	3	1.3	0.7	2.2
4	4	1.4	0.8	2.3
5	5	1.5	0.9	2.4
6	6	1.6	1.0	2.5
7	7	1.7	1.1	2.6
8	8	1.8	1.2	2.7
9	9	1.9	1.3	2.8
10	10	2.0	1.4	2.9
11	11	2.1	1.6	3.0
12	12	2.2	1.6	3.1
13	13	2.3	1.7	2.2
14	14	2.4	1.8	3.3
15	15	2.5	1.9	3.4