

ФГБОУ ВО
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



Кафедра РЗиАЭ

Лабораторная работа №1
«АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ЗВЕНЬЕВ АСУ»

Выполнил:	Гулов М.С.
Группа:	Э – 13м – 23
Вариант:	4
Преподаватель:	Дегтярев Д.А.

Москва 2023

1. Дано:

1) $k=4$; 2) $k=1, T=1c$; 3) $k=3, T=3c$; 4) $k=1c$; 5) $k=3c, T=4c$

2. 1) Безинерционное звено

уравнение: $y(t) = k \cdot x(t)$

передаточная функция: $W(p) = k$

2) апериодическое звено

уравнение: $T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k \cdot x(t)$

передаточная ф: $W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{k}{Tp+1}$

3) Интегрирующее звено:

уравнение: $y(t) = k \cdot \int_0^t x(t) dt + y_0$

$\frac{dy(t)}{dt} = k \cdot x(t)$

передаточная ф: $W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{k}{p}$

4) Идеальное дифференцирующее звено

уравнение: $y(t) = k \cdot \frac{dx(t)}{dt}$

передаточная ф: $W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = kp$

5) Реальное дифференцирующее звено:

уравнение: $T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k \cdot \frac{dx(t)}{dt}$

передаточная ф: $W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{kp}{Tp+1}$

3. 1) переходная х: $h(t) = 4 \cdot 1(t) \Rightarrow h = 4$

импульсная х: $w(t) = 4 \cdot \delta(t)$

АЧХ: $A(\omega) = k = 4$

ФЧХ: $\varphi(\omega) = 0$

АФХ: $W(j\omega) = 4$

ЛАЧХ: $L(\omega) = 20 \lg(4)$

ЛАФХ:

2) переходная х: $h(t) = 1 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \cdot 1(t)$

h	0	-1,718	-6,389	-19,09	-53,6	-147,4
t	0	1	2	3	4	5

импульсная х: $w(t) = \frac{dh(t)}{dt} = \frac{1}{T} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \cdot 1(t)$

w	1	0,368	0,135	0,05	0,018	0,006
t	0	1	2	3	4	5

$$A4X: A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{T^2 \omega^2 + 1}}$$

A	1	0,707	0,447	0,316	0,243	0
ω	0	1	2	3	4	∞

$$\varphi_{4X}: \varphi(\omega) = \arctg(-T \cdot \omega)$$

φ	0	-0,785	-1,107	-1,249	-1,326	-1,571
ω	0	1	2	3	4	∞

$$A\varphi X: W(j\omega) = \frac{k}{T \cdot \omega j + 1}$$

W	1	0,5-j0,5	0,2-0,4j	0,1-j0,3	0,059-j0,235	0
ω	0	1	2	3	4	∞

$$LA4X: L(\omega) = 20 \lg k - 20 \cdot \lg \sqrt{T^2 \omega^2 + 1}$$

L	0	-3,01	-6,99	-10	-12,304	-3,07 · 10 ³
ω	0	1	2	3	4	∞

3) пересечение $x: h(t) = k \cdot t$

h	0	1	2	3	4	5
t	0	1	2	3	4	5

интеграл $x: \omega(t) = k \cdot t$

$$A4X: A(\omega) = \frac{k}{\omega}$$

A	∞	1	0,5	0,333	0,25	0
ω	0	1	2	3	4	∞

$$\varphi_{4X}: \varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2}$$

$$A\varphi X: W(j\omega) = \frac{k}{j\omega}$$

W	∞	-j	-j0,5	-j0,333	-j0,25	0
ω	0	1	2	3	4	∞

$$\text{AA4X: } L(\omega) = 20 \lg k - 20 \lg \omega$$

L	∞	0	-6,021	-9,542	-12,041	$-6,14 \cdot 10^3$
ω	0	1	2	3	4	∞

4) непрерывная x: $h(t) = k \cdot \delta(t)$

дискретная x: $w(t) = k \cdot \delta'(t)$

АЧХ: $A(\omega) = k \omega$

A	0	1	2	3	4	∞
ω	0	1	2	3	4	∞

ФЧХ: $\varphi(\omega) = \arctg \frac{\omega}{2}$

АФХ: $W(j\omega) = 0 + k \cdot j\omega$

$$\text{AA4X: } L(\omega) = 20 \lg k + 20 \lg \omega$$

L	$-\infty$	0	6,021	9,542	12,041	$6,14 \cdot 10^3$
ω	0	1	2	3	4	∞

5) непрерывная x: $h(t) = \frac{k}{T} \cdot e^{-\frac{t}{T}}$

h	1	0,368	0,135	0,05	0,018	$6,738 \cdot 10^{-3}$
t	0	1	2	3	4	5

дискретная x: $w(t) = \frac{k}{T} \delta(t) - \frac{k}{T^2} \cdot e^{-\frac{t}{T}} \cdot 1(t)$

w	-1	-0,368	-0,135	-0,05	-0,018	$-6,738 \cdot 10^{-3}$
t	0	1	2	3	4	5

АЧХ: $A(\omega) = \frac{k\omega}{\sqrt{(T\omega)^2 + 1}}$

A	0	0,707	0,894	0,949	0,977	1
ω	0	1	2	3	4	∞

ФЧХ: $\varphi(\omega) = \frac{\pi}{2} - \arctg(T \cdot \omega)$

φ	1,571	0,785	0,464	0,322	0,245	0
ω	0	1	2	3	4	∞

$$\text{АФХ: } W(j\omega) = \frac{k\omega j}{T \cdot j\omega + 1}$$

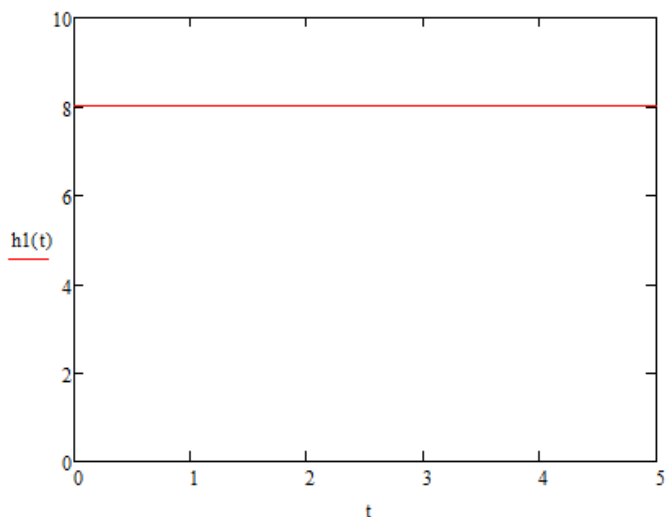
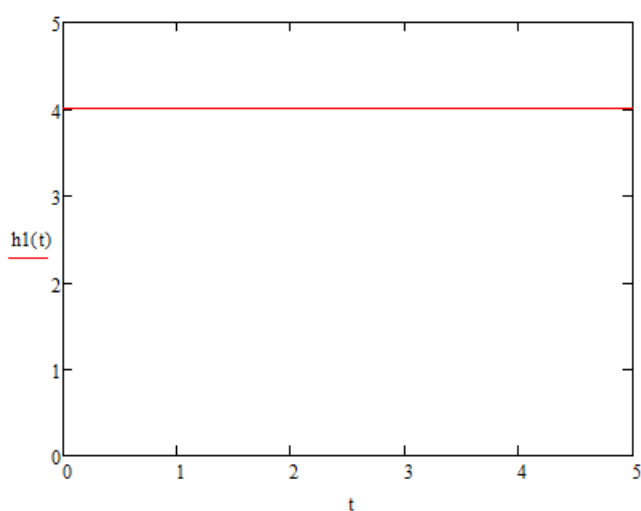
W	0	$0,5 + 0,5j$	$0,8 + 0,4j$	$0,9 + j0,3$	$0,94 + 0,232j$	1
ω	0	1	2	3	4	∞

$$\text{ЛАЧХ: } L(\omega) = 20 \cdot \log(k\omega) - 20 \log(\sqrt{T^2\omega^2 + 1})$$

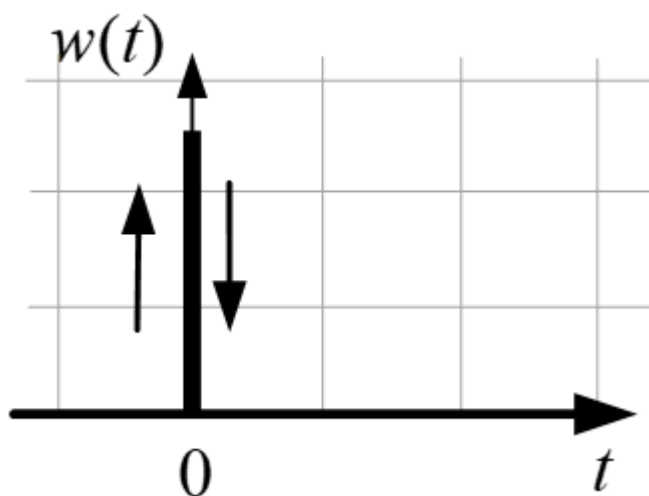
L	$-\infty$	-3,01	-0,969	-0,458	-0,263	4,03
ω	0	1	2	3	4	∞

Характеристики безынерционного звена при $k = 1$ и $k = 2$.

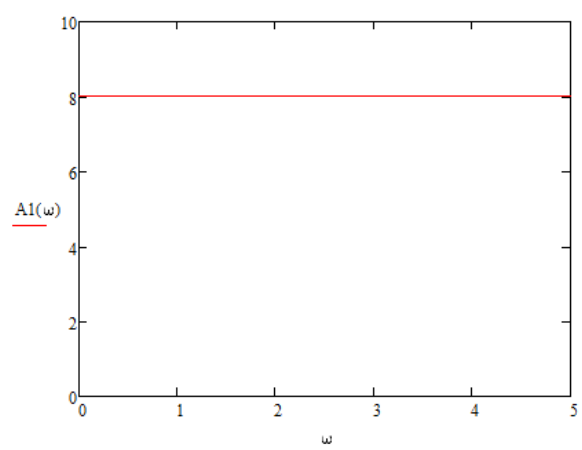
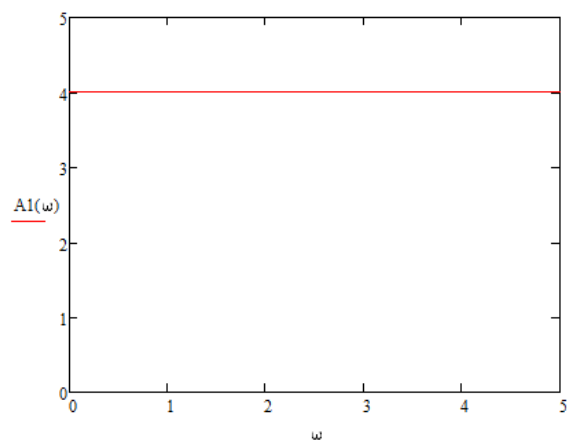
1) Переходная характеристика



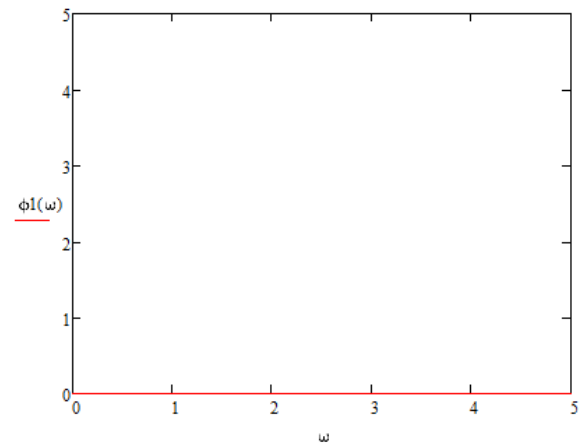
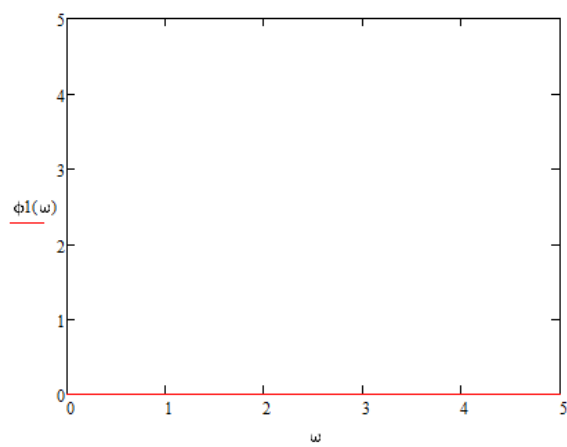
2) Импульсная характеристика



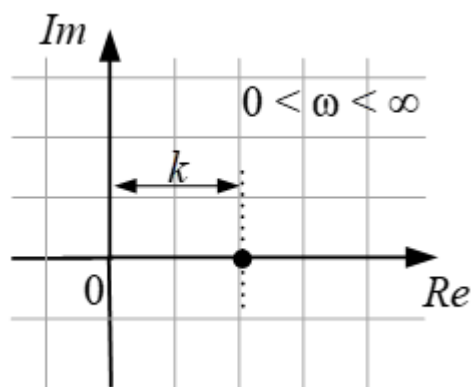
3) АЧХ



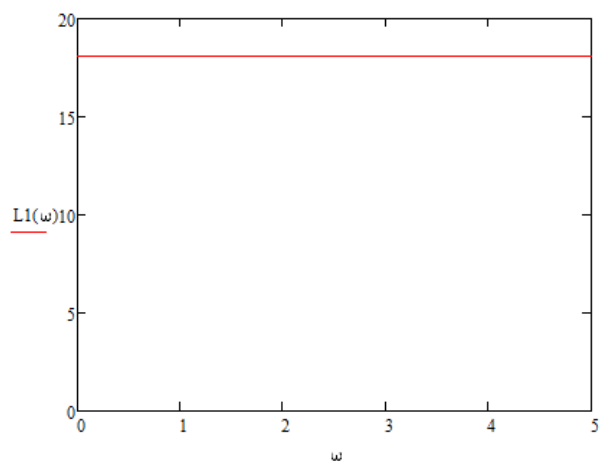
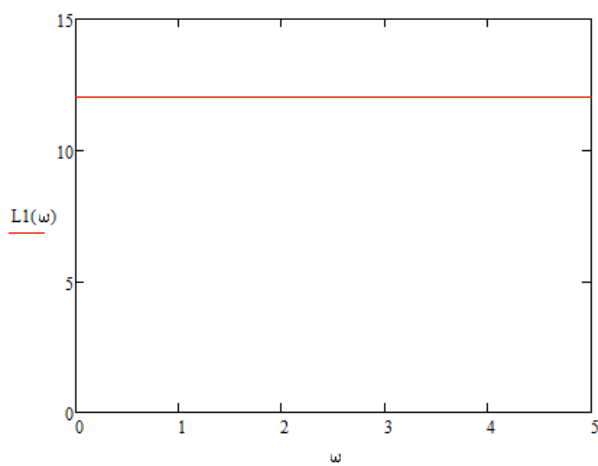
4) ФЧХ



5) АФЧХ

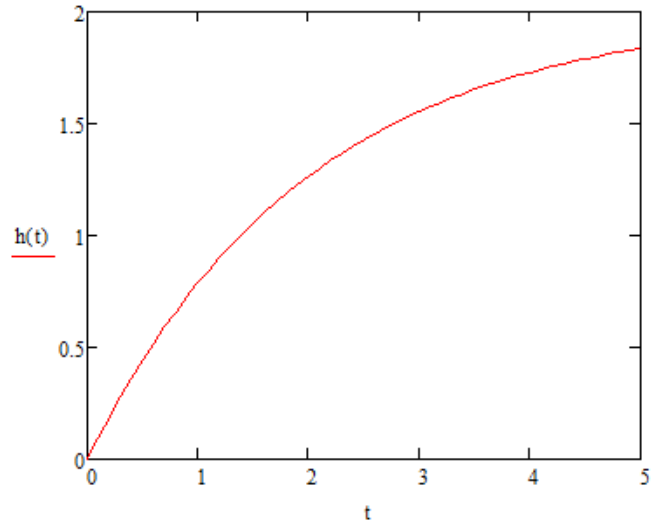
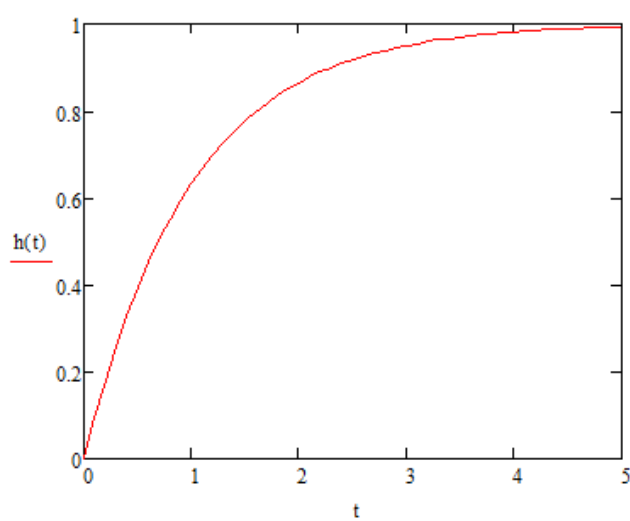


6) ЛАЧХ

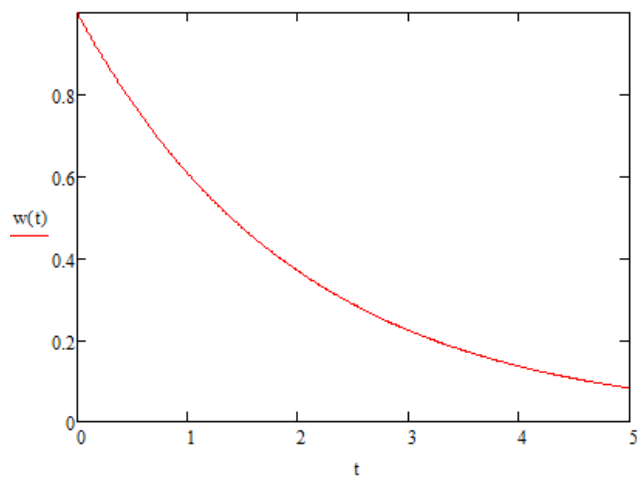
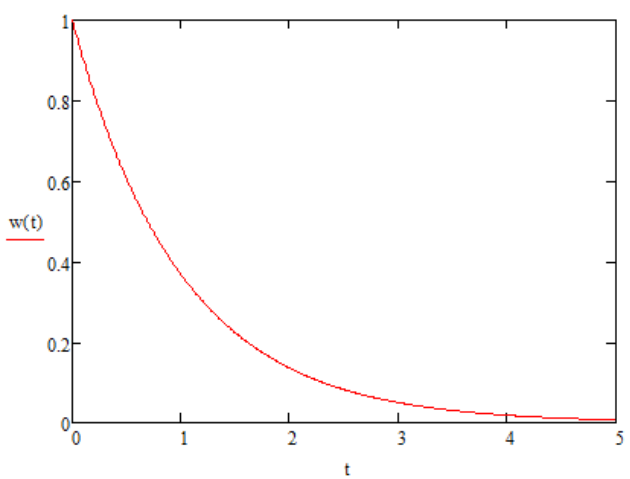


Характеристики апериодического звена при $k = 1, T = 1$ и $k = 2, T = 2$.

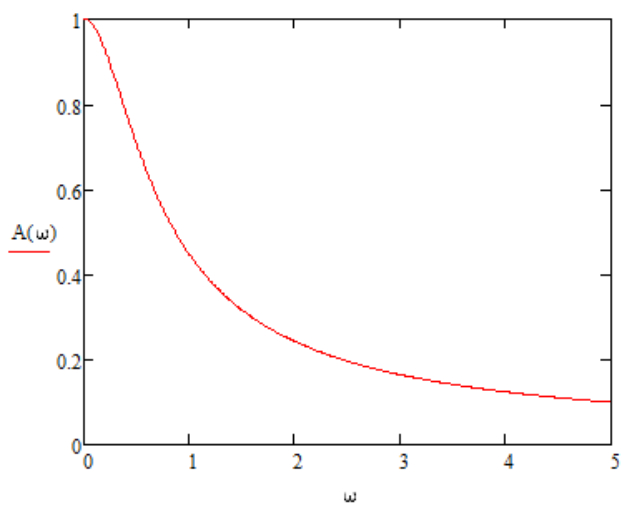
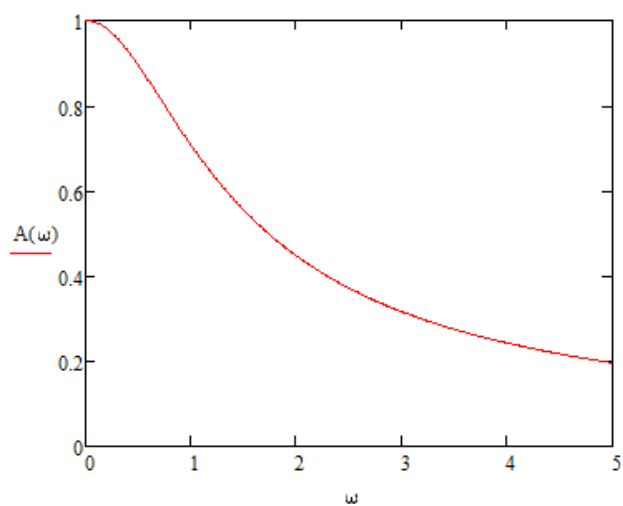
1) Переходная характеристика



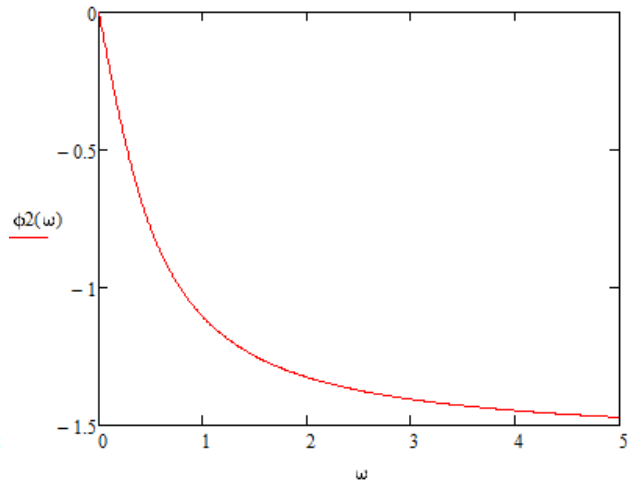
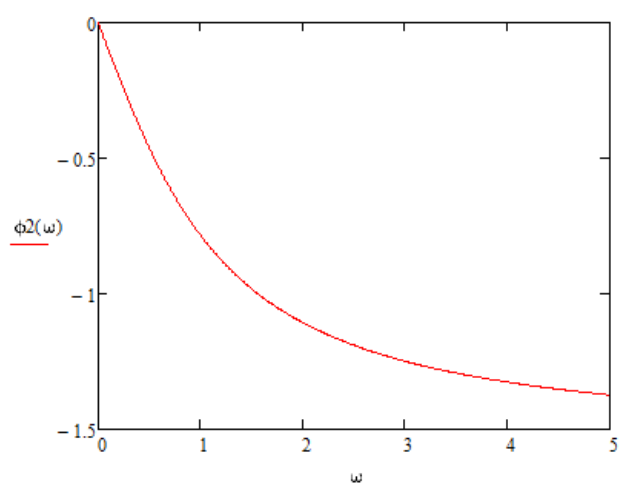
2) Импульсная характеристика



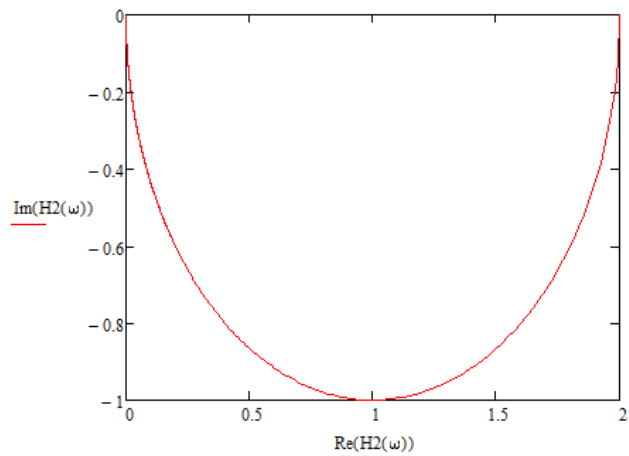
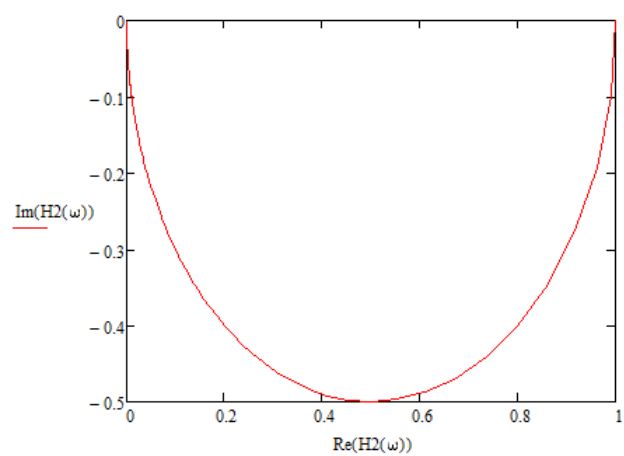
3) АЧХ



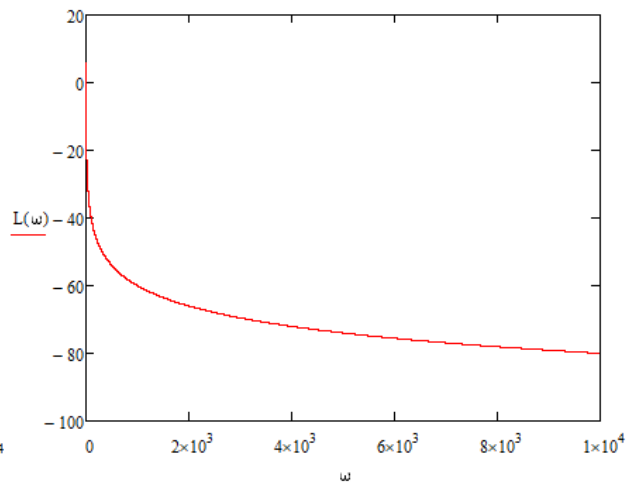
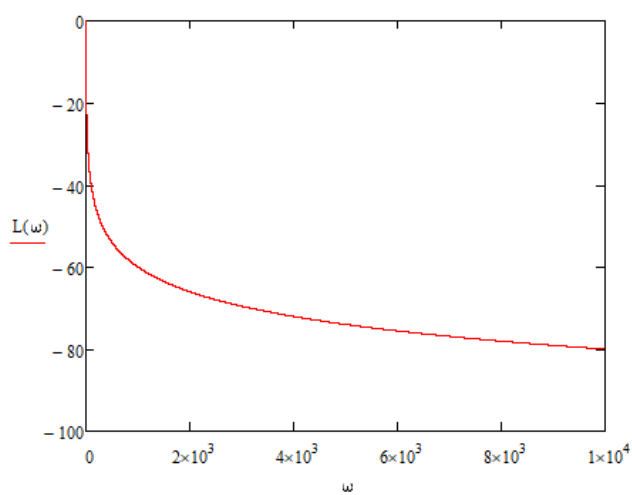
4) ФЧХ



5) АФЧХ

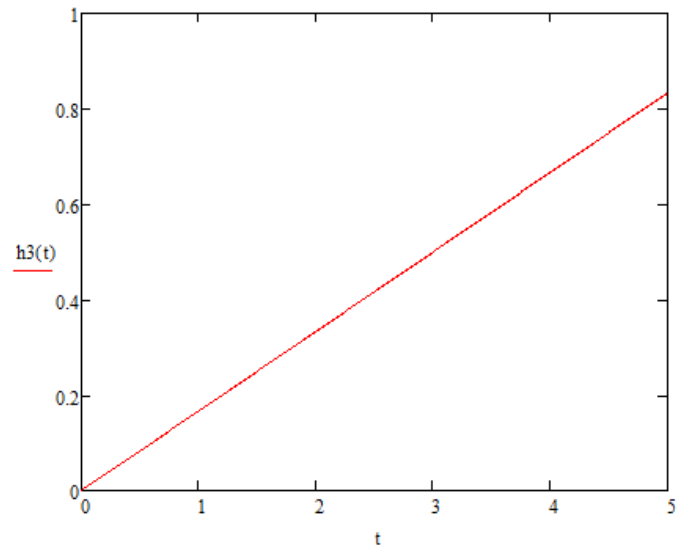
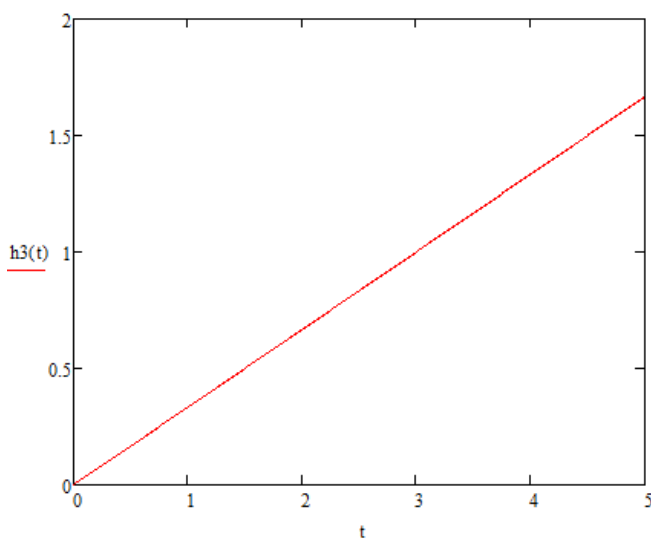


6) ЛАЧХ

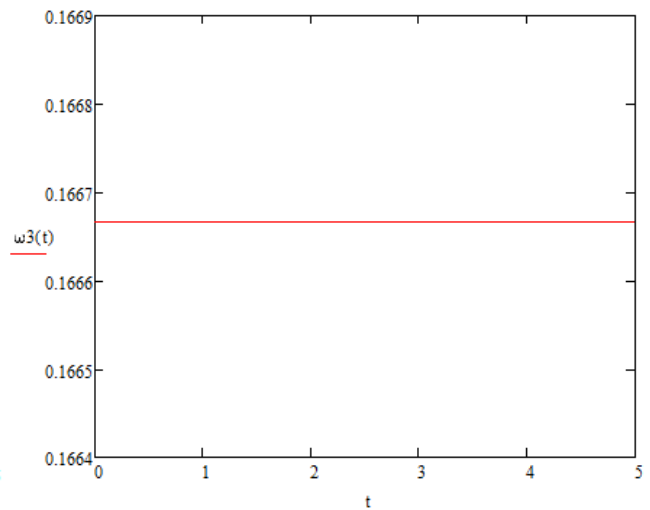
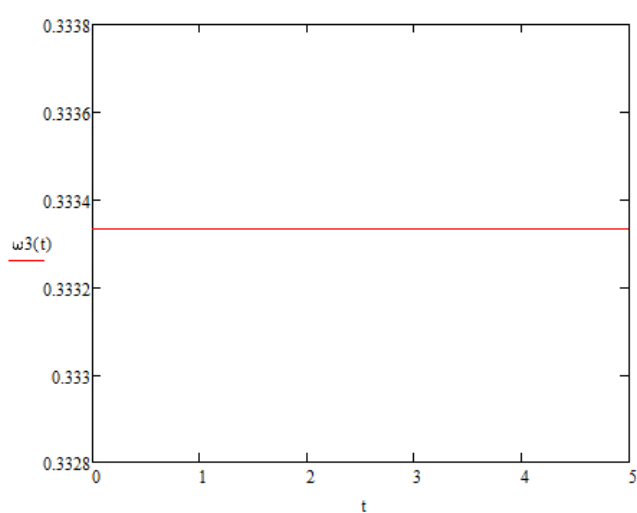


Характеристики интегрирующего звена при $T = 3$ и $T = 6$.

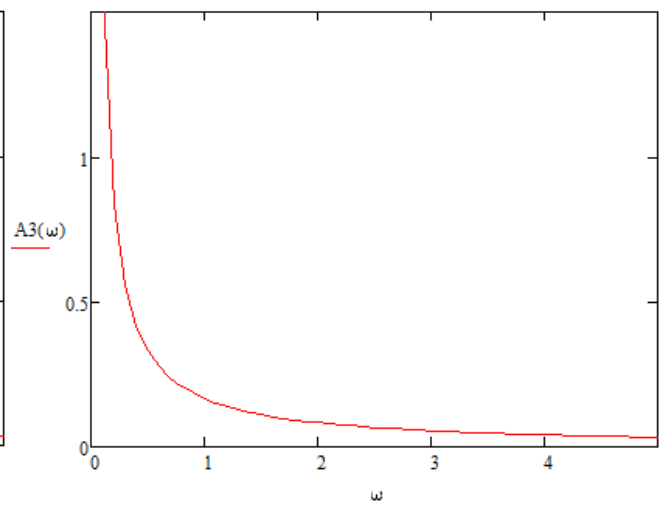
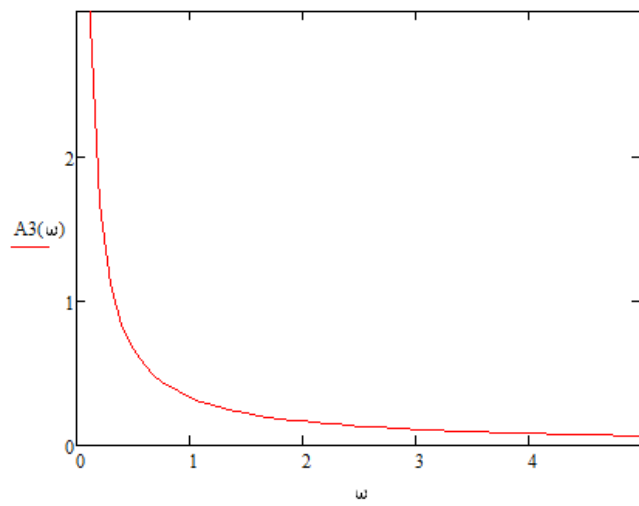
1) Переходная характеристика



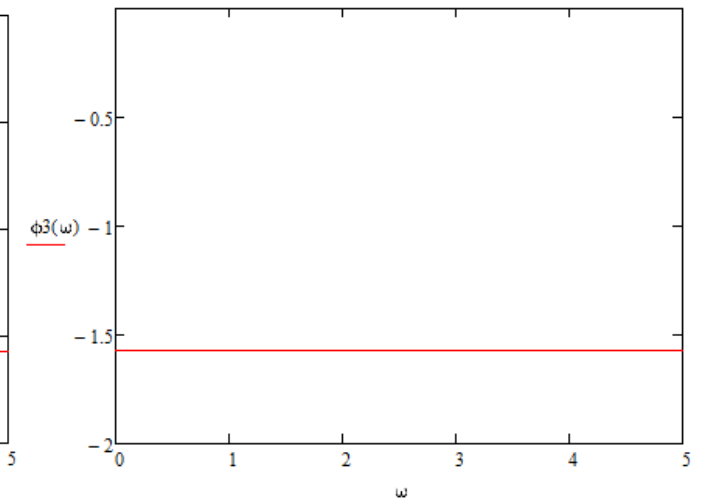
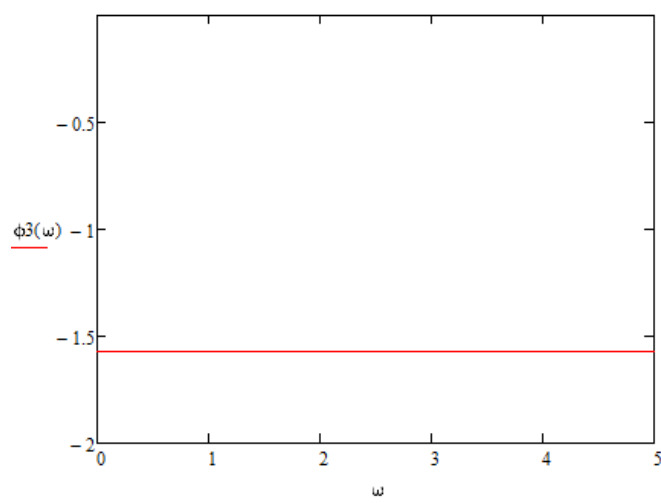
2) Импульсная характеристика



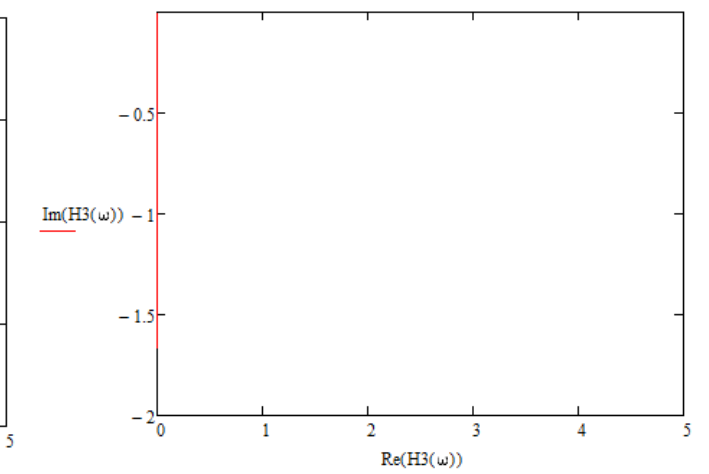
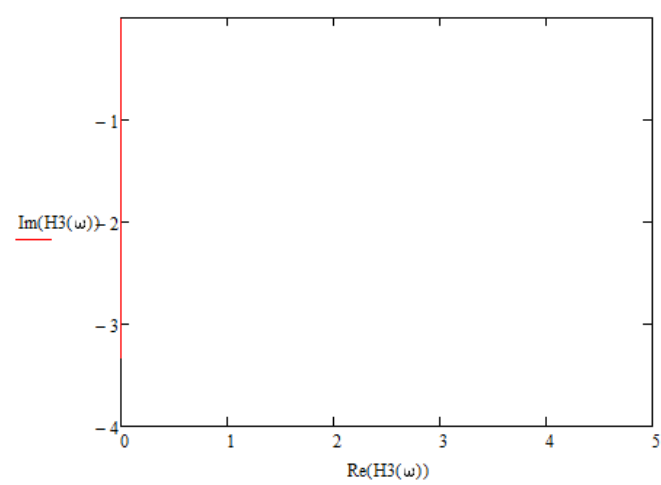
3) АЧХ



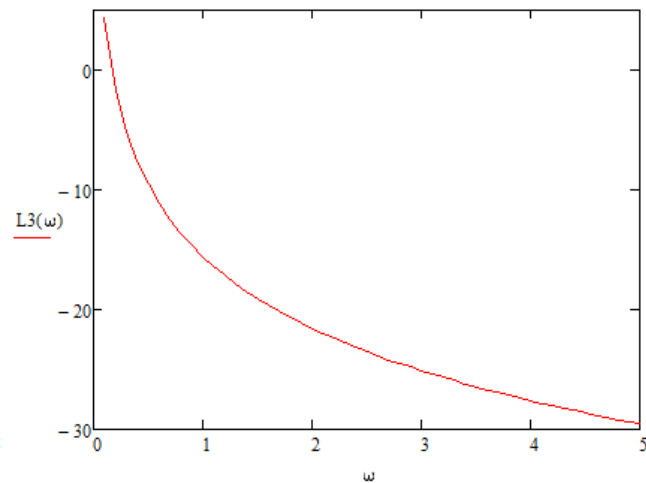
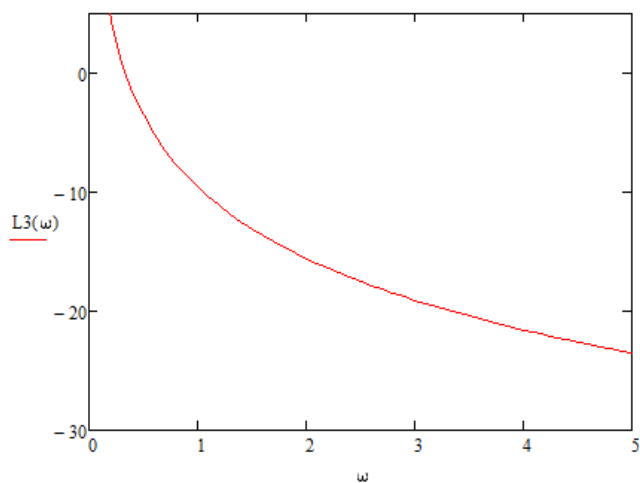
4) ФЧХ



5) АФЧХ

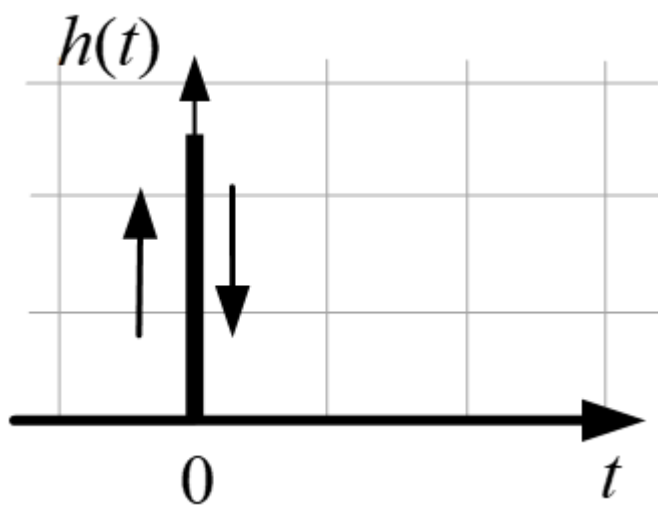


6) ЛАЧХ

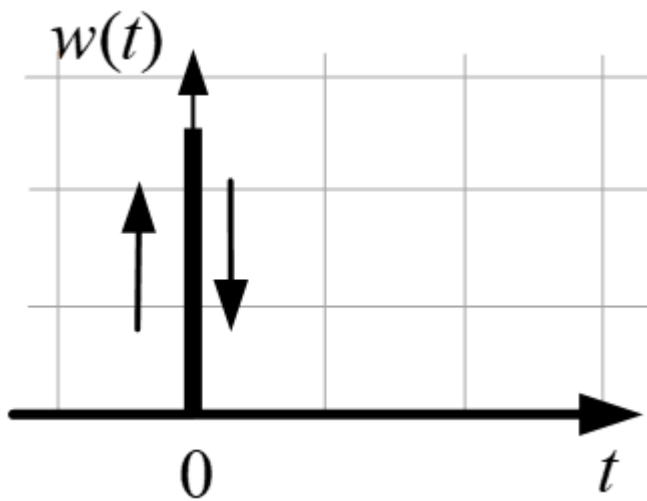


Характеристики идеального дифференцирующего звена при $k = 1$ и $k = 2$.

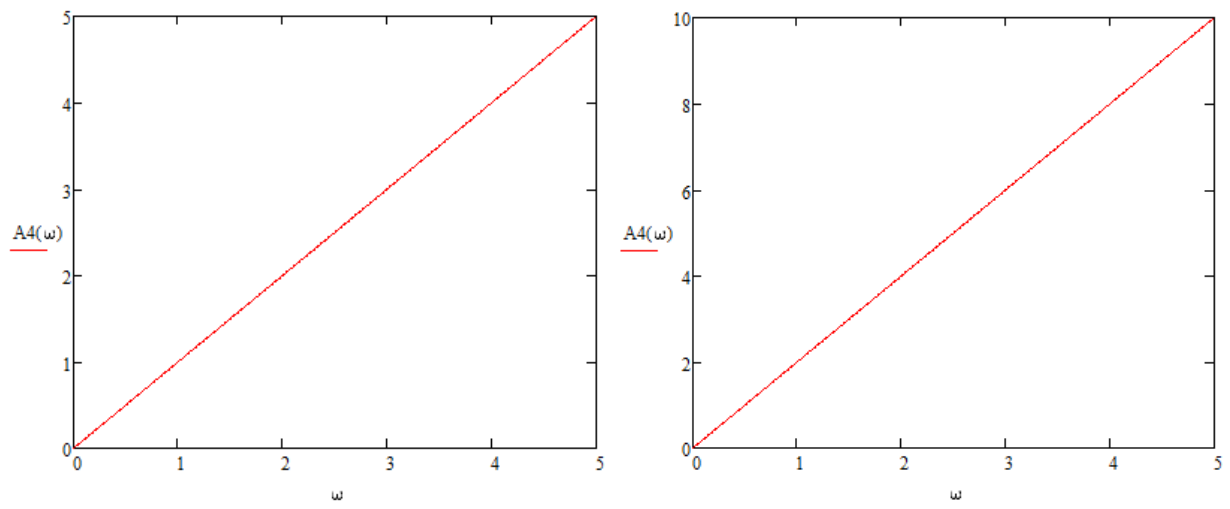
1) Переходная характеристика



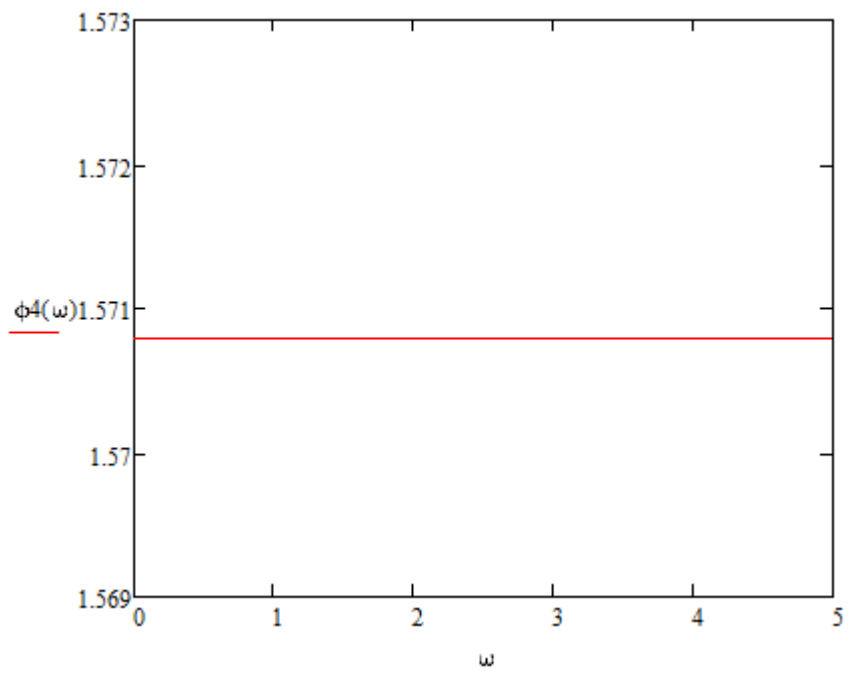
2) Импульсная характеристика



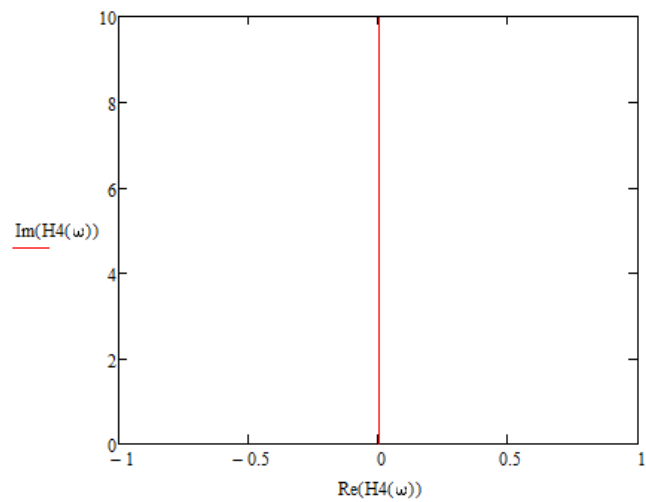
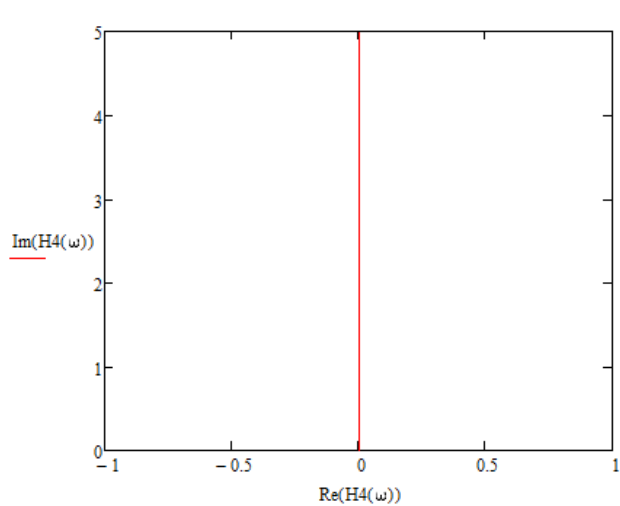
3) АЧХ



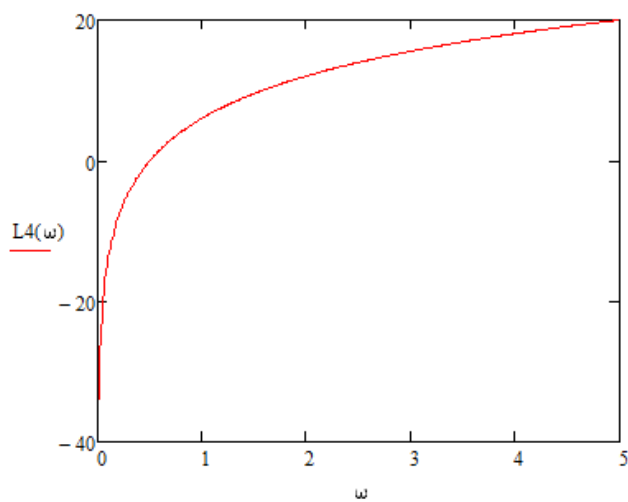
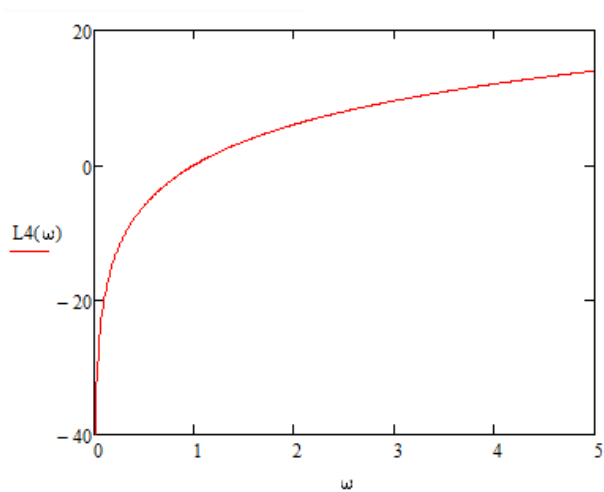
4) ФЧХ



5) АФЧХ



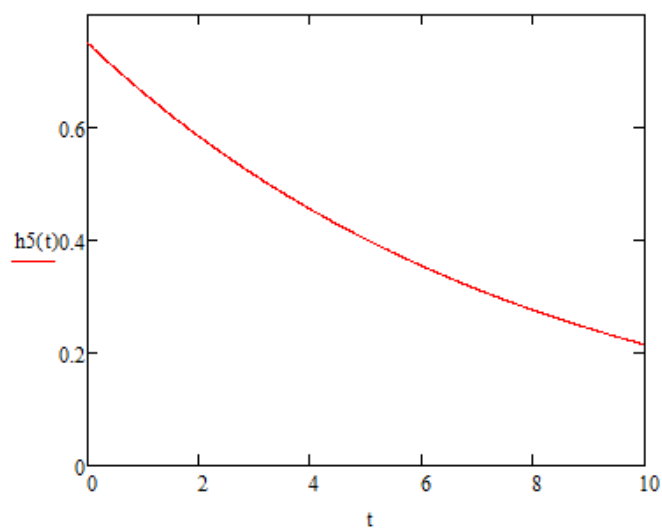
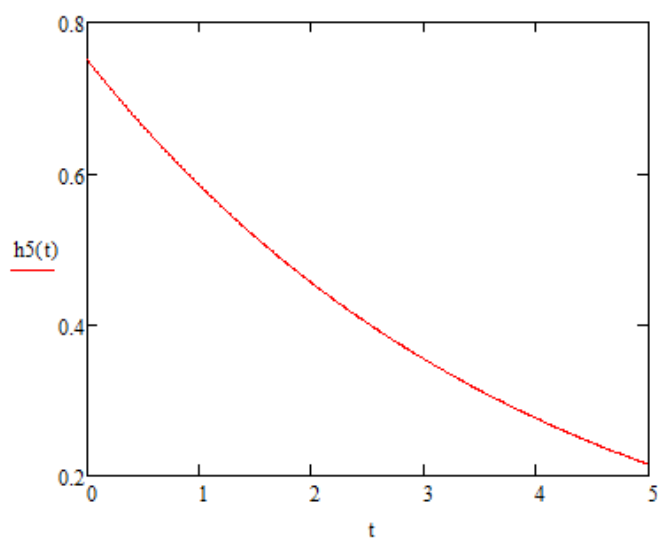
6) ЛАЧХ



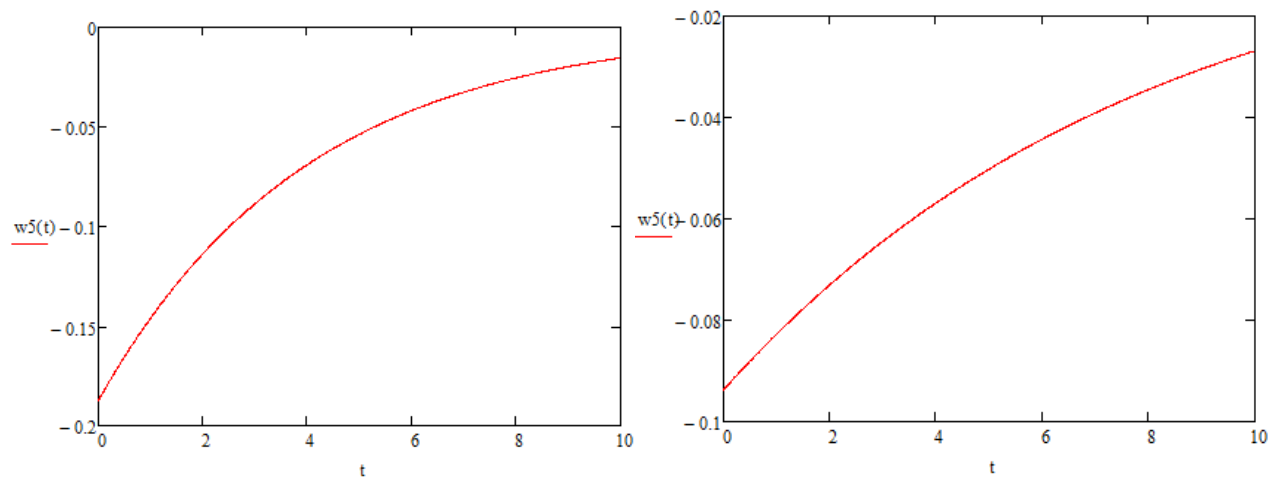
Характеристики реального дифференцирующего звена

при $k = 3$, $T = 4$ и $k = 6$, $T = 8$.

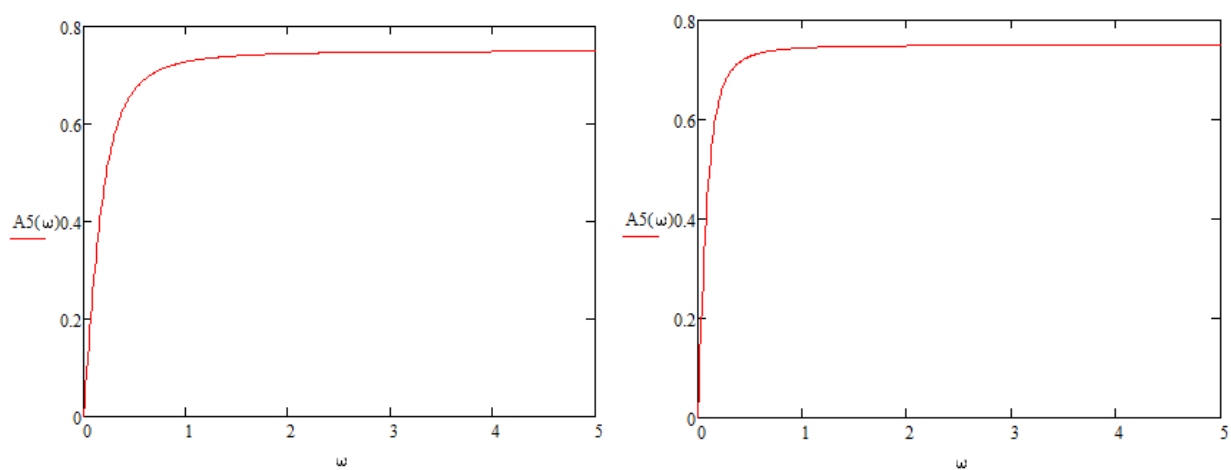
1) Переходная характеристика



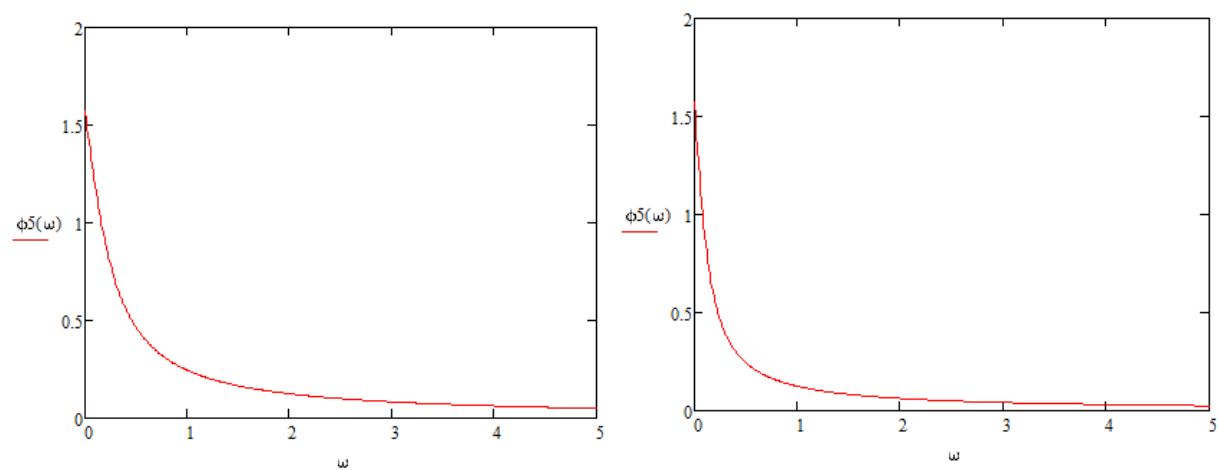
2) Импульсная характеристика



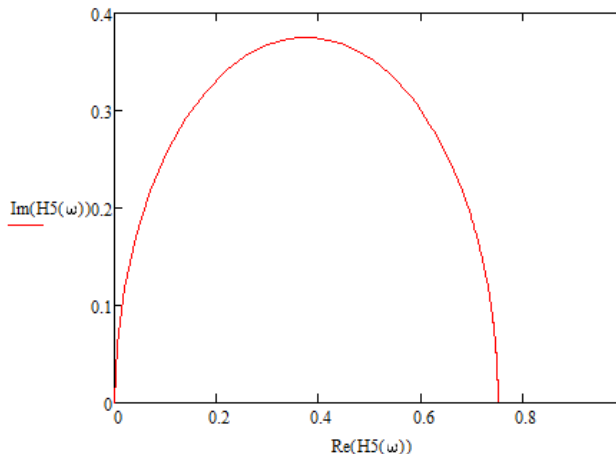
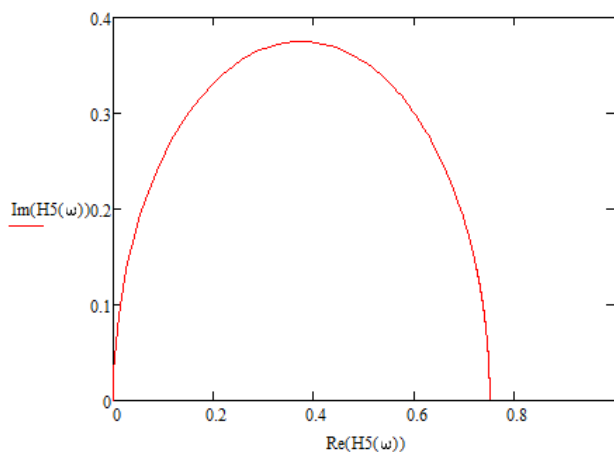
3) АЧХ



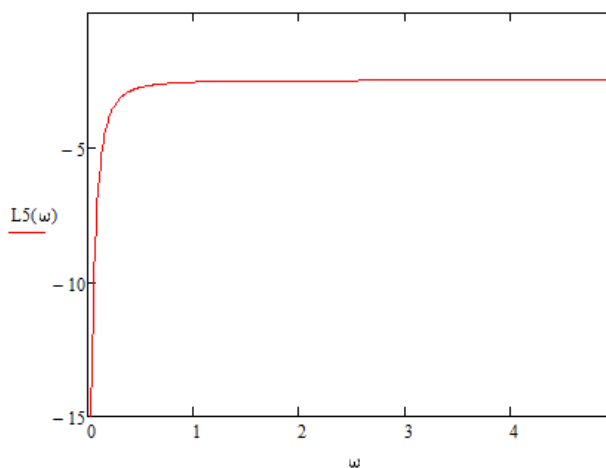
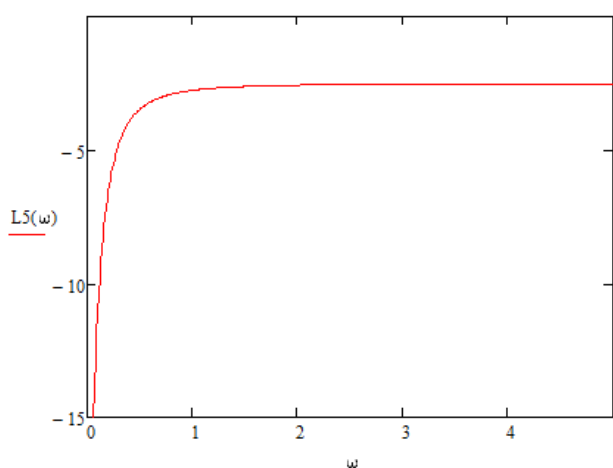
4) ФЧХ



5) АФЧХ



6) ЛАЧХ



Вывод:

Безынерционное звено: При увеличении параметра k в два раза переходная, импульсная и АЧХ характеристики увеличились в два раза. ФЧХ не изменилась, точка на АФХ сместилась по действительной оси на единицу. ЛАЧХ увеличилась не пропорционально увеличению k .

Апериодическое звено: Переходная характеристика с увеличением параметров становится более ровной. У импульсной характеристики такие же изменения, как и у переходной. АЧХ и ФЧХ с увеличением параметров в 2 раза имеют резкий спад в начале. АФЧХ увеличила высоту по мнимой оси. ЛАЧХ не изменилось.

Интегрирующее звено: Произошло уменьшение угла наклона переходной характеристики. Импульсная уменьшилась в два раза. АЧХ более стремительнее

падает. ФЧХ остались без изменений. АФЧХ уменьшилась в два раза по мнимой оси. ЛАЧХ стала более стремительно приближаться к нулю в начале.

Идеальное дифференцирующее звено: Переходная и импульсная характеристика увеличились в два раза. У АЧХ уменьшился угол наклона. ФЧХ осталась без изменений. АФЧХ увеличилась в два раза по мнимой оси. ЛАЧХ стала более резко подниматься при малых значениях ω .

Реальное дифференцирующее звено: Переходная и импульсная характеристики с увеличением параметров стали выравниваться. АЧХ быстрее достигает установившегося значения, как и ФЧХ. АФЧХ при одновременном увеличении параметров не меняется, но если их увеличивать по отдельности, то характеристика будет сужаться или вытягиваться. ЛАЧХ стала быстрее приходить в установившийся режим.