

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский авиационный институт (национальный исследовательский
университет) МАИ**

**Факультет Радиовтуз МАИ
Кафедра 44-3 «Аналоговые и цифровые радиоэлектронные системы»**

Расчетно-графическая работа

«Исследование импульсных и периодических сигналов»

по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

Вариант № _____

Выполнил: _____

Проверил: _____

Москва, 2016 г.

Часть 1: Анализ импульсных сигналов.

1. Для заданного сигнала (приложение 1) выбрать численные значения параметров. Записать аналитическое выражение сигнала, построить его график.

Численные значения параметров выбрать из диапазонов, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Диапазон значений
Амплитуда A , [В]	1 - 5
Длительность сигнала τ , [мс]	5 - 20
Сдвиг импульса Δ , [мс] (если не задано)	$(1...2)\tau$

2. С помощью преобразования Фурье **определить аналитическое выражение* и построить график спектральной плотности заданного импульсного сигнала в следующих формах:

- действительная и мнимая части;
- модуль и аргумент спектральной плотности.

3. Определить аналитическое выражение и построить энергетический спектр импульсного сигнала.

4. Рассчитать энергию импульсного сигнала непосредственно по сигналу и по его энергетическому спектру.

5. Построить зависимость доли энергии сигнала, попадающей в полосу частот Δf , от ширины полосы Δf . По графику определить полосы частот, в которые попадают:

- 75% энергии сигналов;
- 95% энергии сигналов;
- 99% энергии сигналов.

6. Восстановить импульсные сигналы из части спектральной плотности, заключенной в каждой из полос частот, определенных в пункте 5. Сопоставить эти сигналы между собой и с исходным импульсным сигналом.

**7. Построить график автокорреляционной функции импульсного сигнала по известному энергетическому спектру.*

**8. Определить аналитическое выражение и построить автокорреляционную функцию импульсного сигнала.*

9. Увеличить длительность сигнала в 2-3 раза. Построить графики сигнала, спектральной плотности, энергетического спектра и **автокорреляционной функции*. Вычислить энергию сигнала.

10. Уменьшить длительность сигнала в 2-3 раза. Построить графики сигнала, спектральной плотности, энергетического спектра и **автокорреляционной функции*. Вычислить энергию сигнала.

11. Сделать выводы по анализу характеристик заданного импульсного сигнала и влияния длительности сигнала на его характеристики.

**Задания со знаком «*» для самостоятельной проработки, выполнять по желанию для получения «бонусов».*

Часть 2: Анализ периодических сигналов.

1. Выбрать численное значение периода сигнала T , равное 2-4 полным длительностям импульсного сигнала. Записать аналитическое выражение и построить график периодического сигнала с использованием выбранных параметров.

2. С использованием спектра импульсного сигнала, найденного в части 1, определить аналитические выражения и построить графики для спектра периодического сигнала в следующих формах ряда Фурье:

- комплексной;
- амплитудно-фазовой.

3. Определить и построить спектр мощности периодического сигнала.

**4. Определить численным интегрированием и построить график автокорреляционной функции периодического сигнала.*

5. Найти аналитическое выражение для средней мощности сигнала. Рассчитать среднюю мощность периодического сигнала непосредственно по сигналу, по его спектру мощности, **по автокорреляционной функции.*

6. Построить график периодического сигнала с исключенной постоянной составляющей. Вычислите среднюю мощность этого сигнала.

7. Определить для периодического сигнала с исключенной постоянной составляющей долю мощности, заключенную в:

- 3 гармониках;
- 5 гармониках;
- 7 гармониках.

8. Восстановить (с учетом постоянной составляющей) периодические сигналы по 3, 5 и 7 гармоникам. Сопоставить эти сигналы между собой и с исходным периодическим сигналом.

9. Увеличить период сигнала в 2-3 раза. Построить для этого сигнала графики самого сигнала, спектра, спектра мощности и **АКФ*. Вычислите среднюю мощность.

10. Сделать выводы по анализу заданного периодического сигнала и его характеристик.

Часть 3: Формирование временных и частотных характеристик фильтров.

1. Задаться граничным значением частоты $f_{гр1}$. За граничную частоту фильтра $f_{гр1}$ принять найденное в пункте 5 первой части значение частоты, соответствующее 75% энергии сигнала.
2. Рассчитать граничные частоты $f_{гр2}$ и $f_{гр3}$ соответственно как 0.5 и 1.5 от значения $f_{гр1}$.
3. Для заданного фильтра (приложение 2) нижних частот при $f_{гр1}$ построить графики:
 - частотной характеристики;
 - импульсной характеристики.
4. Изменить граничную частоту фильтра нижних частот на $f_{гр2}$ и построить его характеристики.
5. Изменить граничную частоту фильтра нижних частот на $f_{гр3}$ и построить его характеристики.
6. Повторить п.п. 3-5 для фильтра верхних частот.

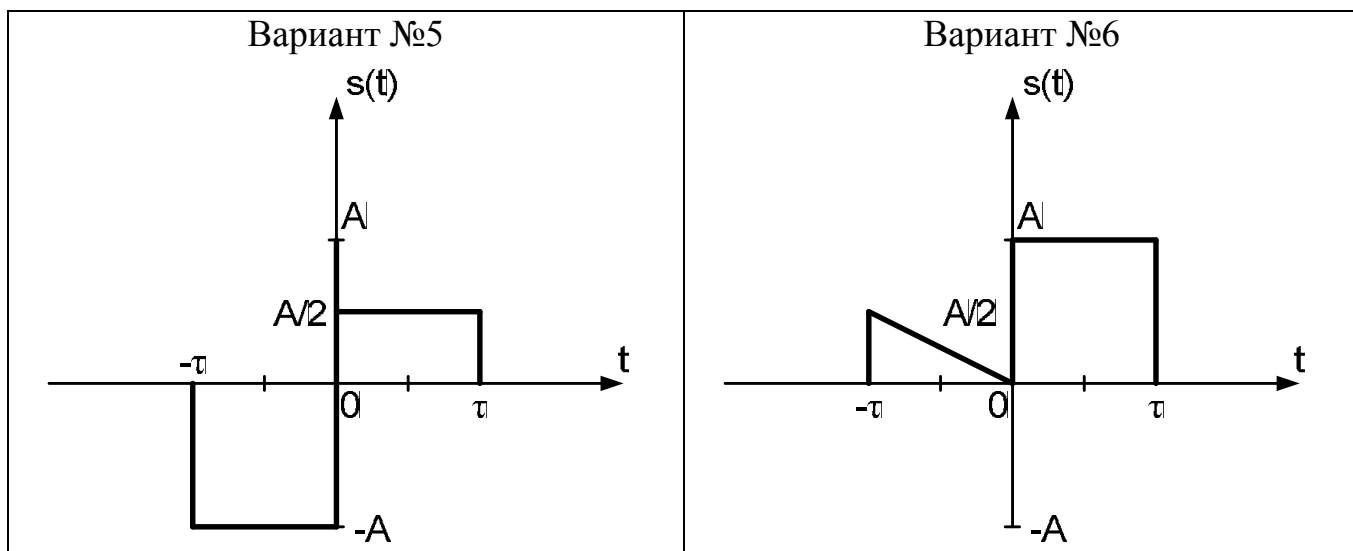
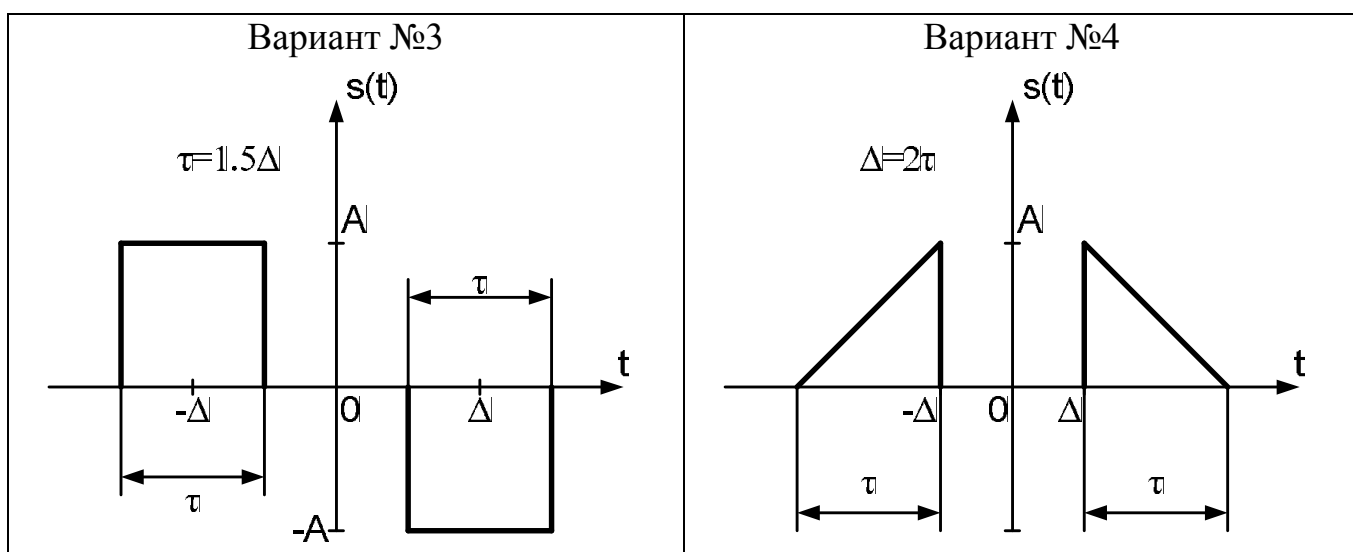
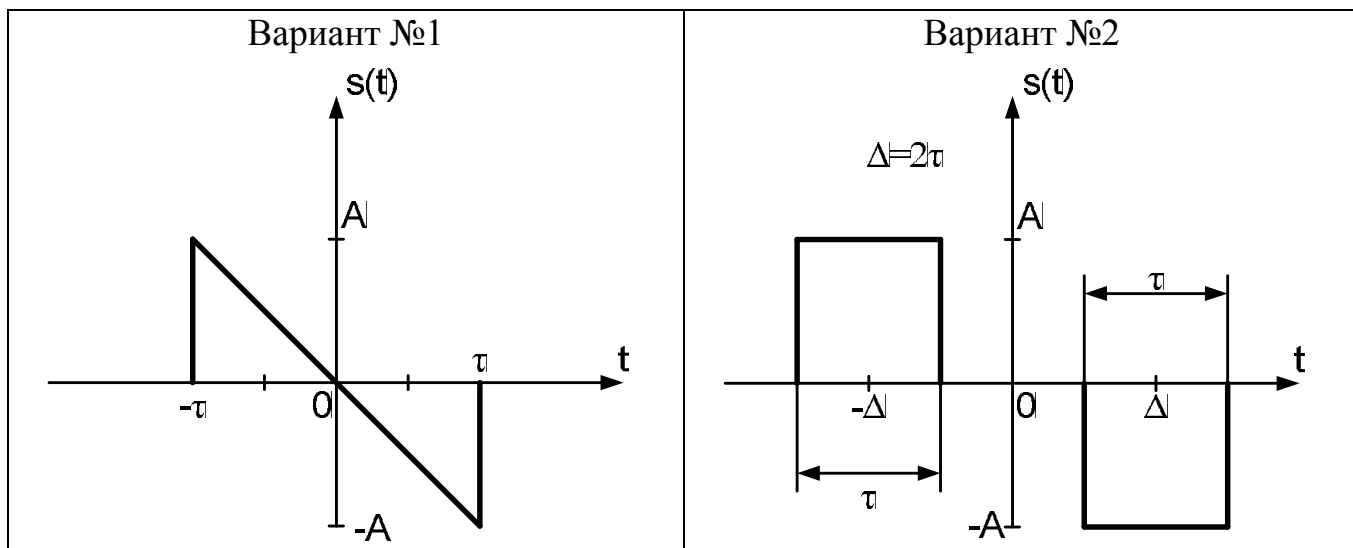
Часть 4: Прохождение импульсного сигнала через фильтры.

1. Найти спектры импульсных сигналов на выходе фильтров по известной частотной характеристике фильтров и спектру исходного сигнала.
2. По спектру сигналов на выходе фильтров восстановить сигналы.
3. Найти и построить импульсные сигналы на выходе фильтров путем свертки исходного сигнала с импульсными характеристиками фильтров.
4. Сравнить исходный импульсный сигнал и полученные на выходе фильтров импульсные сигналы. Сделать выводы.

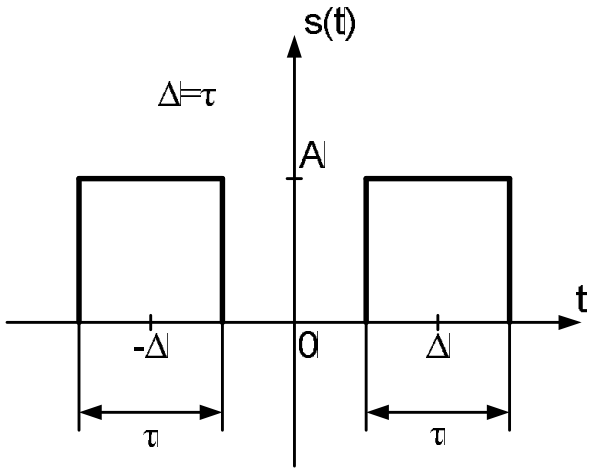
Часть 5: Прохождение периодического сигнала через фильтры.

1. Найти спектры периодических сигналов на выходе фильтров по известной частотной характеристике фильтров и спектру исходного сигнала.
2. По спектру сигналов на выходе фильтров восстановить сигналы.
3. Найти и построить периодические сигналы на выходе фильтров путем свертки исходного сигнала с импульсными характеристиками фильтров.
4. Сравнить исходный периодический сигнал и полученные на выходе фильтров периодические сигналы. Сделать выводы.

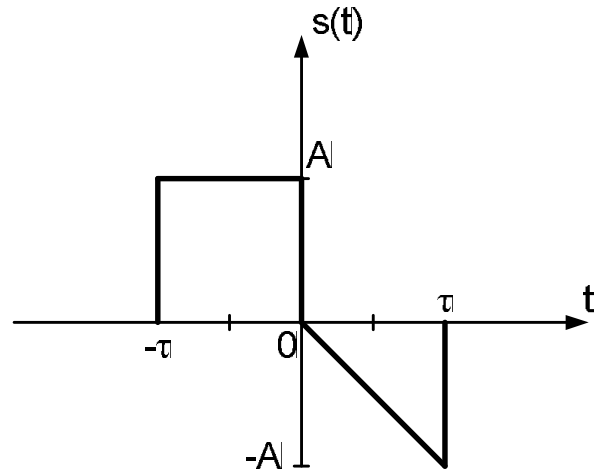
Приложение 1. Варианты задания формы исходного сигнала.



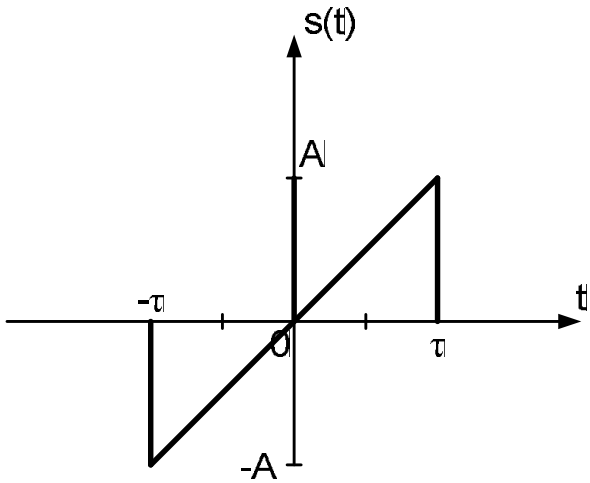
Вариант №7



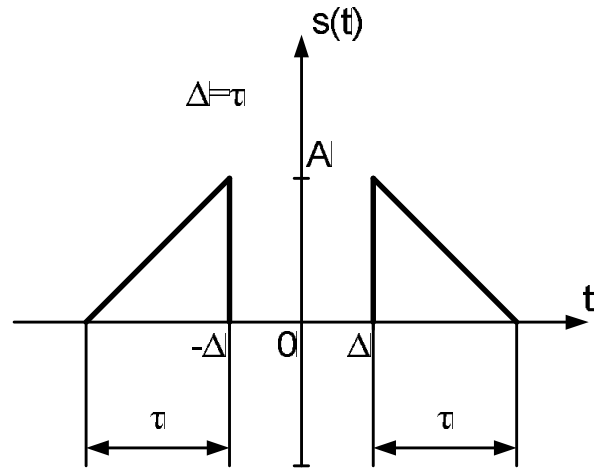
Вариант №8



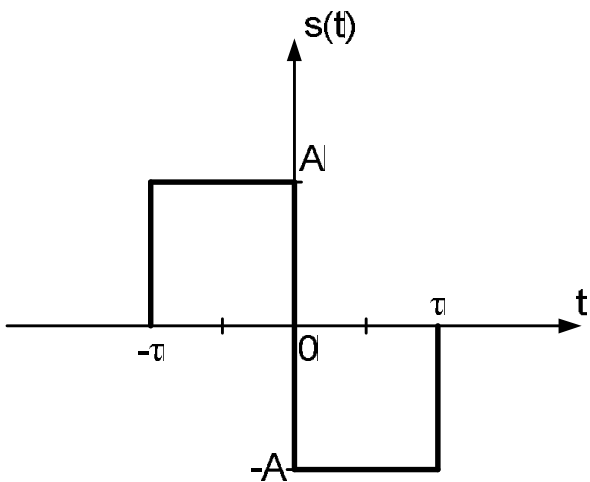
Вариант №9



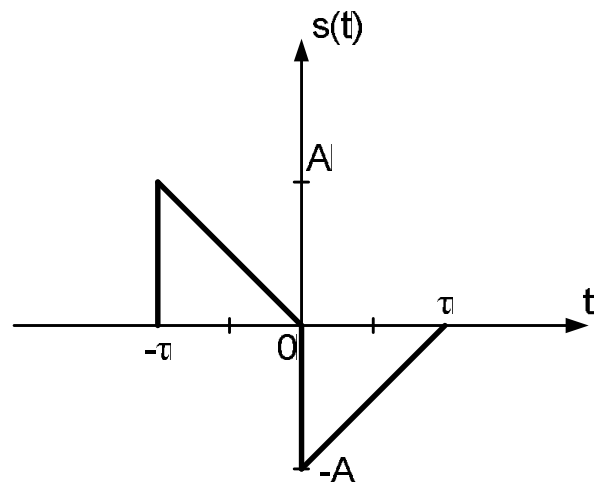
Вариант №10



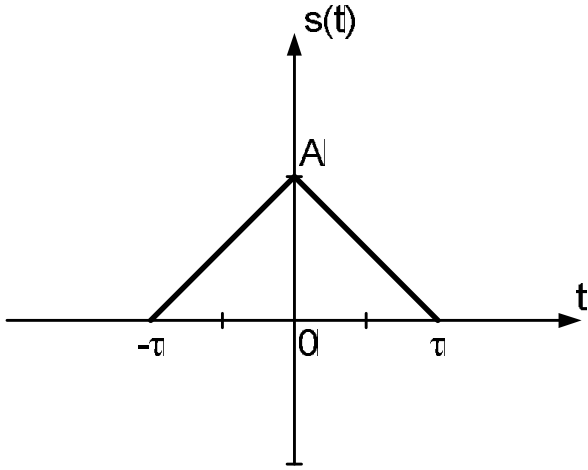
Вариант №11



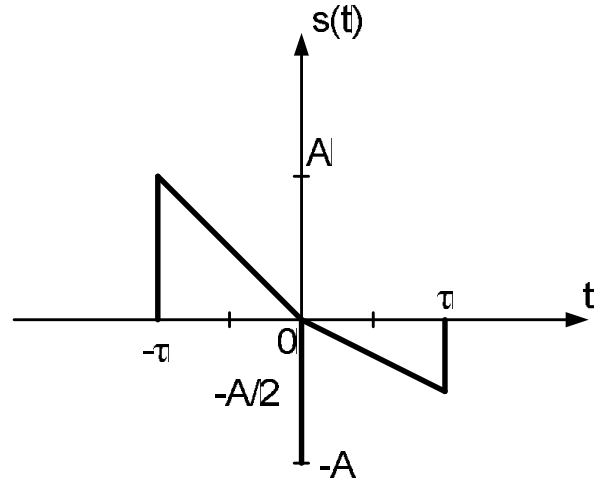
Вариант №12



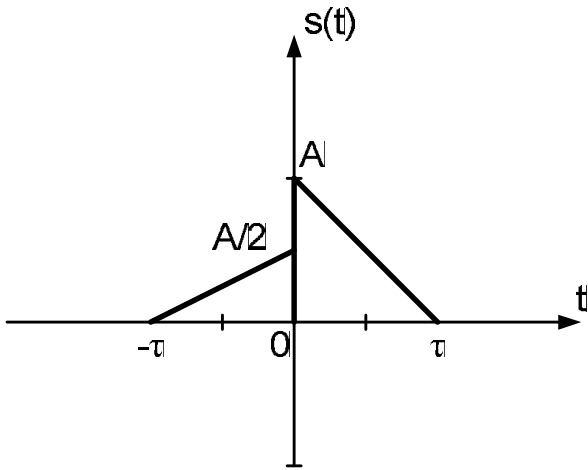
Вариант №13



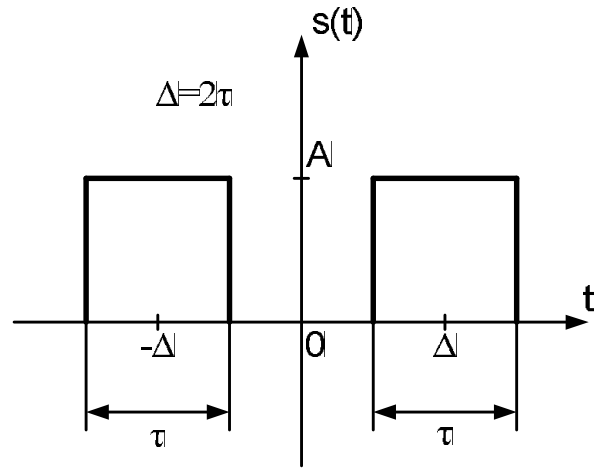
Вариант №14



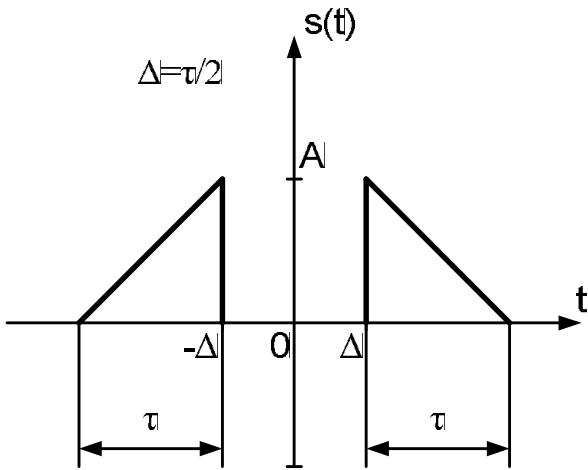
Вариант №15



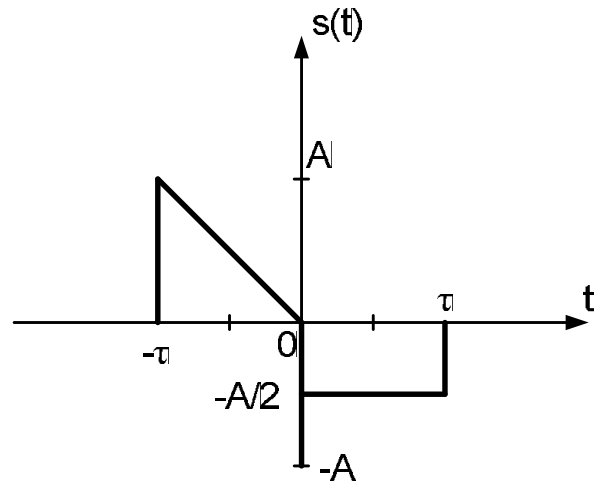
Вариант №16



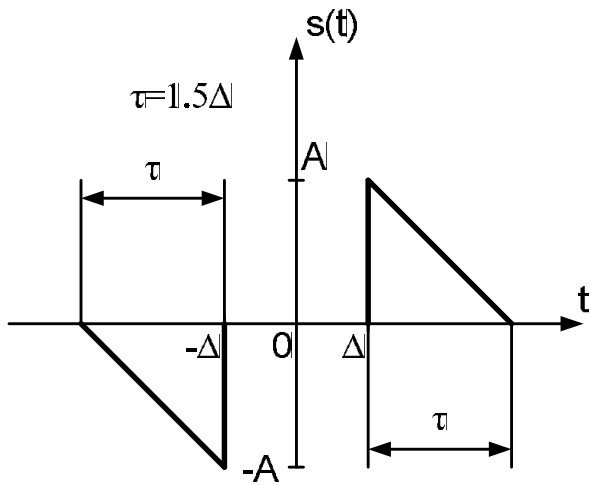
Вариант №17



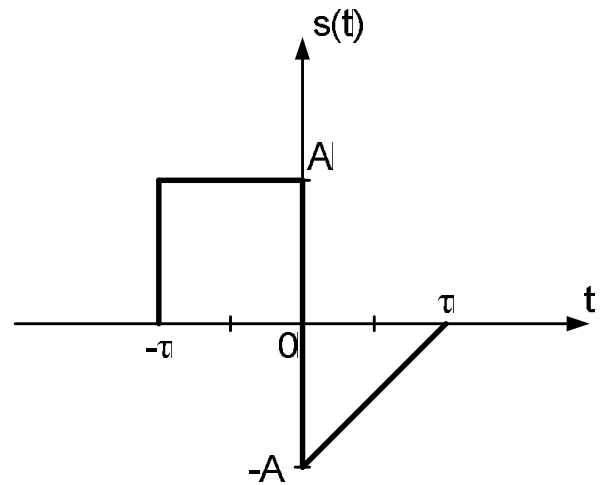
Вариант №18



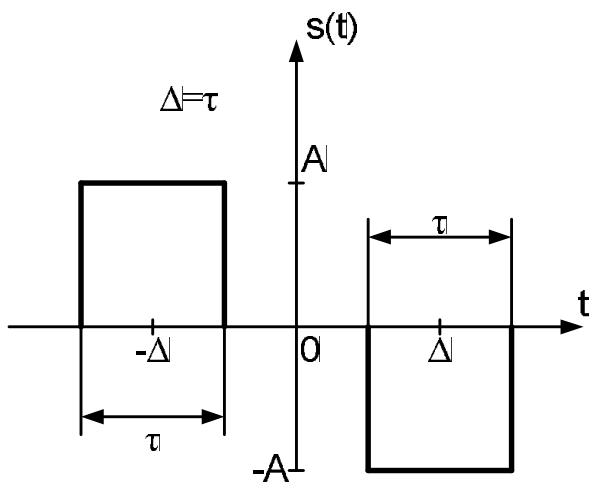
Вариант №19



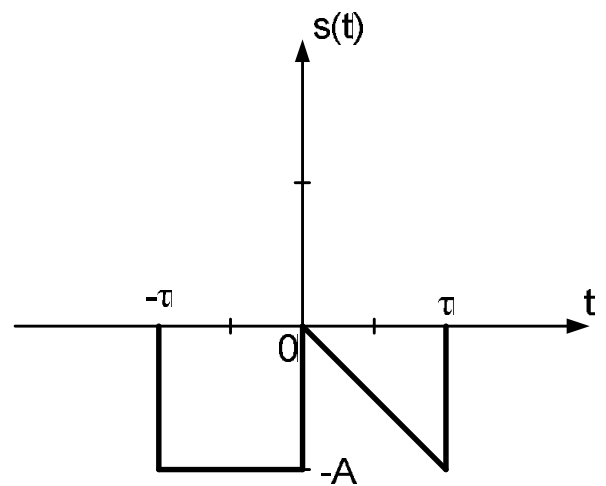
Вариант №20



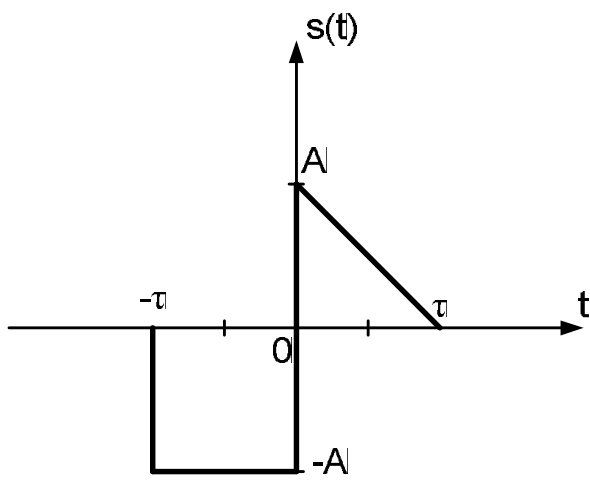
Вариант №21



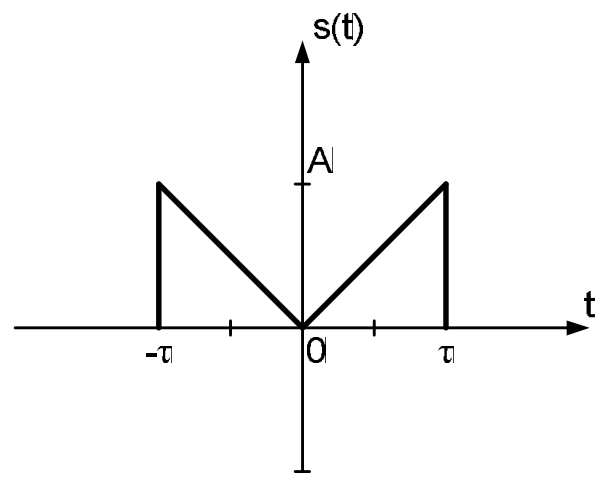
Вариант №22



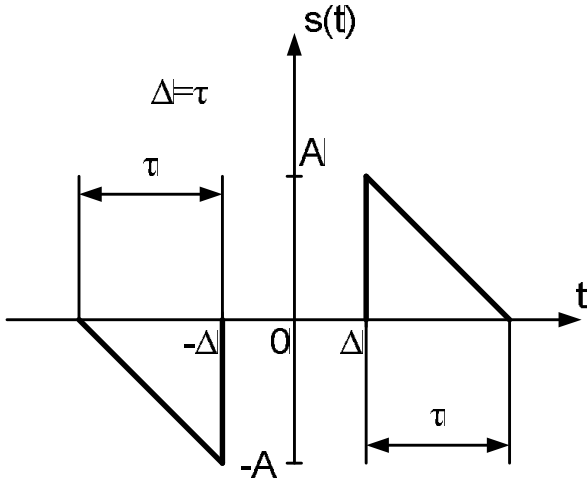
Вариант №23



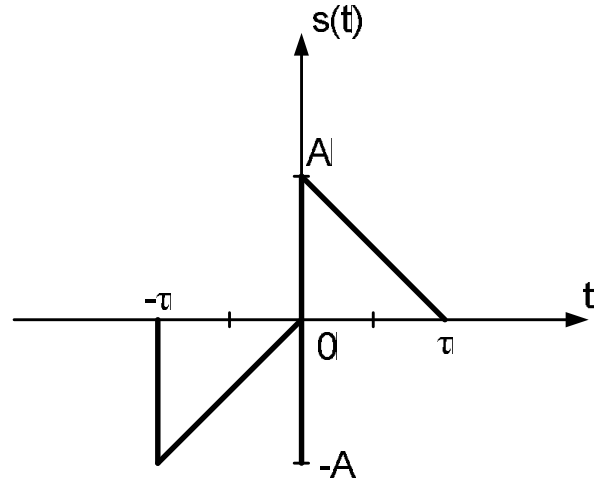
Вариант №24



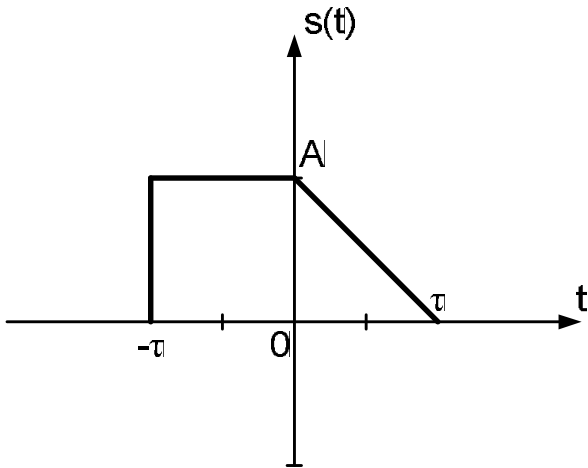
Вариант №25



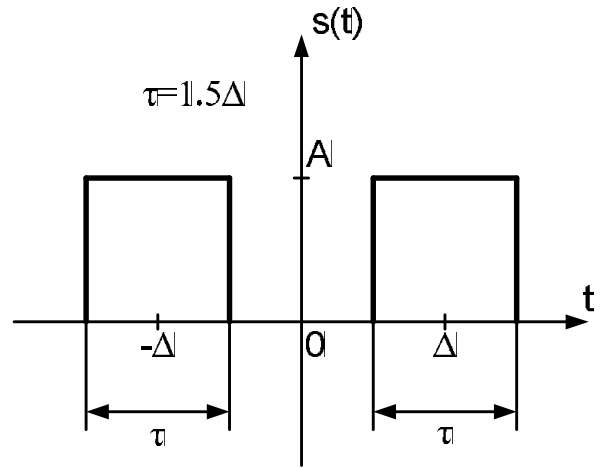
Вариант №26



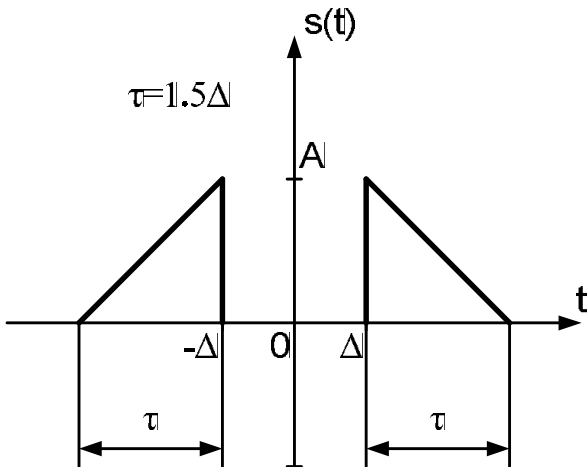
Вариант №27



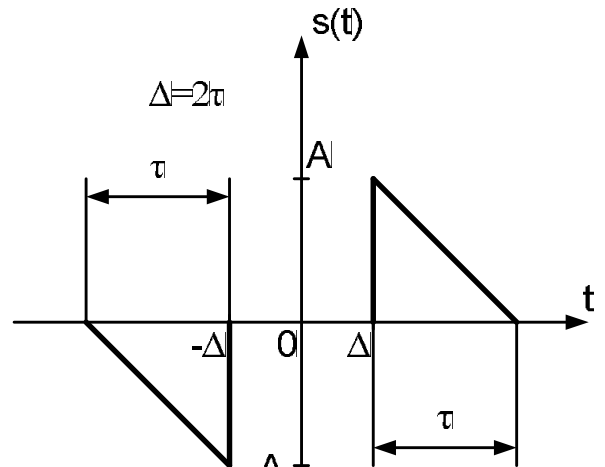
Вариант №28



Вариант №29



Вариант №30



Приложение 2. Варианты фильтров.

Параметр	Тип фильтра	
	Импульсная характеристика	Частотная характеристика
Граничная частота	$f_{гр1}$ $f_{гр2} = 0,5 \cdot f_{гр1}$ $f_{гр3} = 1,5 \cdot f_{гр1}$	
Идеальный ФНЧ	$h(t) = 2 \cdot f_{гр} \cdot sinc(2 \cdot \pi \cdot f_{гр} \cdot t)$	$H(f) = \begin{cases} 1, & \text{если } -f_{гр} \leq f \leq f_{гр} \\ 0, & \text{если } f < -f_{гр}, f > f_{гр} \end{cases}$
Идеальный ФВЧ	$h(t) = \delta(t) - 2 \cdot f_{гр} \cdot sinc(2 \cdot \pi \cdot f_{гр} \cdot t)$	$H(f) = \begin{cases} 0, & \text{если } -f_{гр} \leq f \leq f_{гр} \\ 1, & \text{если } f < -f_{гр}, f > f_{гр} \end{cases}$

Приложение 3. Варианты заданий.

Группа РЗ-302Бк

№	Фамилия, имя и отчество	№ варианта
1	Архангельский Кирилл Иванович	30
2	Анисимов Александр Сергеевич	25
3	Арчуков Александр Валерьевич	12
4	Волков Андрей Рудольфович	10
5	Гребенников Александр Александрович	9
6	Завгородний Алексей Михайлович	20
7	Земцов Егор Николаевич	29
8	Климов Александр Евгеньевич	6
9	Ковалева Анастасия Леонидовна	16
10	Копыленков Кирилл Александрович	22
11	Куликов Олег Юрьевич	4
12	Лазарев Руслан Владимирович	18
13	Паткин Антон Евгеньевич	1
14	Печурин Дмитрий Олегович	5
15	Решетов Владимир Станиславович	8
16	Рогачев Кирилл Александрович	28
17	Саетов Эльдар Дилифович	15
18	Сигаев Денис Юрьевич	14
19	Титовская Полина Игоревна	21
20	Фатеев Алексей Витальевич	24
21	Царёв Андрей Вячеславович	13
22	Шиленков Алексей Викторович	27

Группа РЗ-304Бк

№	Фамилия, имя и отчество	№ варианта
1	Джамбеков Руслан Артурович	7
2	Музафаров Михаил Валентинович	3
3		
4		
5		
6		