

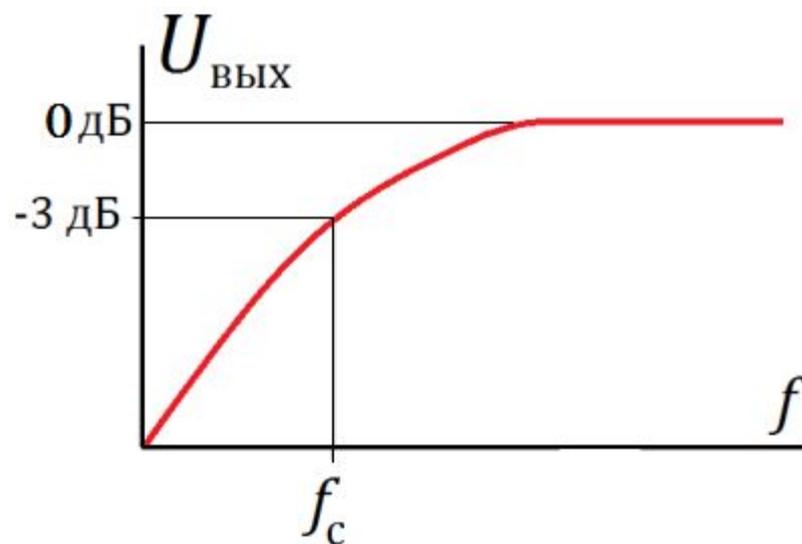
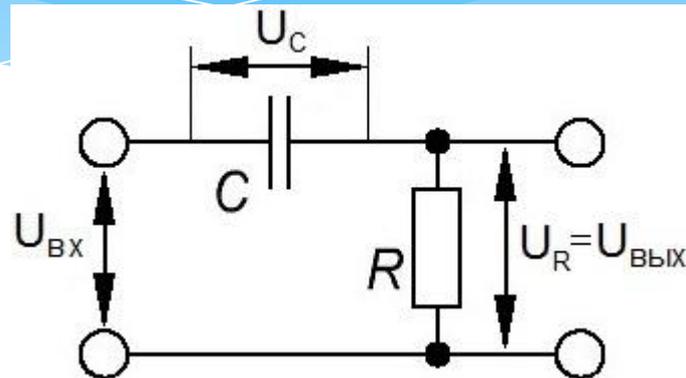
# Электронные фильтры

Подготовил студент  
ГБПОУ КС № 54 Бирюков Артём  
Предмет: электротехника

- \* Электрическим фильтром называется четырехполюсник, устанавливаемый между источником питания и нагрузкой и служащий для беспрепятственного (с малым затуханием) пропускания токов одних частот и задержки (или пропускания с большим затуханием) токов других частот.
- \* Основное назначение фильтра состоит в том, чтобы исключить прохождение сигналов определенного диапазона частот и в то же время обеспечить передачу сигналов другого диапазона частот. Фильтры делятся на активные и пассивные. Активные фильтры представляют собой частотно-избирательный усилительный каскад. К пассивным фильтрам относятся RC- и LC-фильтры. Фильтры также можно классифицировать исходя из диапазона частот, которые они пропускают или подавляют. Существуют четыре типа фильтров:
  - \* Фильтр нижних частот, который пропускает все сигналы с частотой ниже некоторого заданного значения и подавляет сигналы более высоких частот.
  - \* Фильтр верхних частот, который пропускает все сигналы с частотой выше некоторого заданного значения и подавляет сигналы более низких частот.
  - \* Полосно-заграждающий фильтр (режекторный), который используется для подавления сигналов определенного диапазона частот, тогда как сигналы с частотами выше и ниже этого диапазона проходят беспрепятственно.
  - \* Полосно-пропускающий фильтр (полосовой), который пропускает сигналы заданной полосы частот и препятствует прохождению сигналов любых других частот.

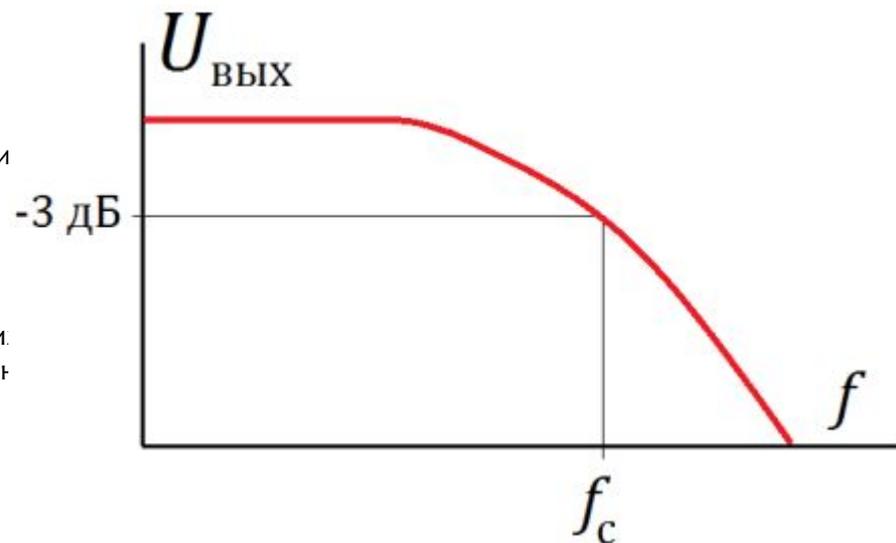
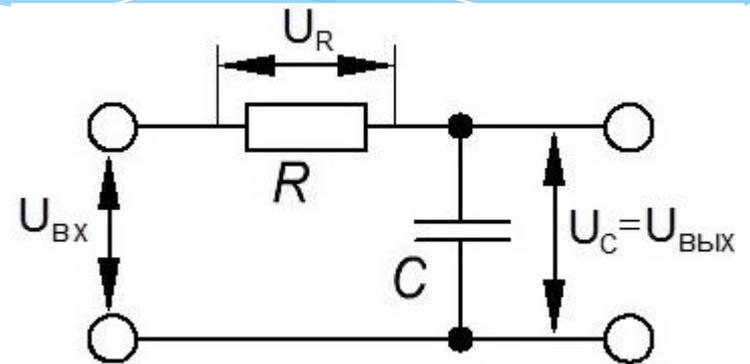
# RC-ФИЛЬТРЫ

- \* **RC-фильтр высоких частот**
- \* Схема RC-фильтра верхних (высоких) частот и его амплитудно-частотная характеристика показаны на рисунке.
- \* В этой схеме входное напряжение прикладывается и к резистору, и к конденсатору. Выходное же напряжение снимается с сопротивления. При уменьшении частоты сигнала возрастает реактивное сопротивление конденсатора, а следовательно, и полное сопротивление цепи. Поскольку входное напряжение остается постоянным, то ток, протекающий через цепь уменьшается. Таким образом, снижается и ток через активное сопротивление, что приводит к уменьшению падения напряжения на нем.



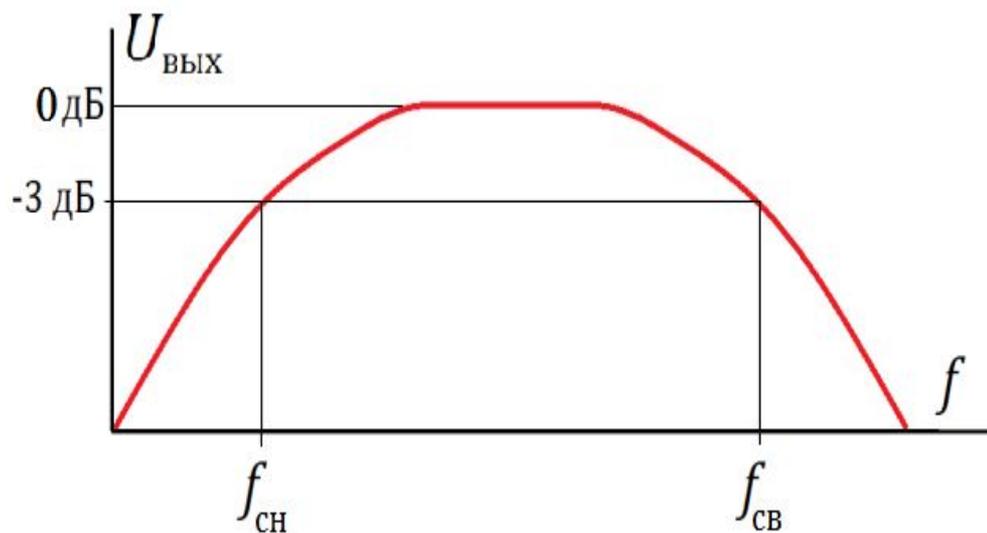
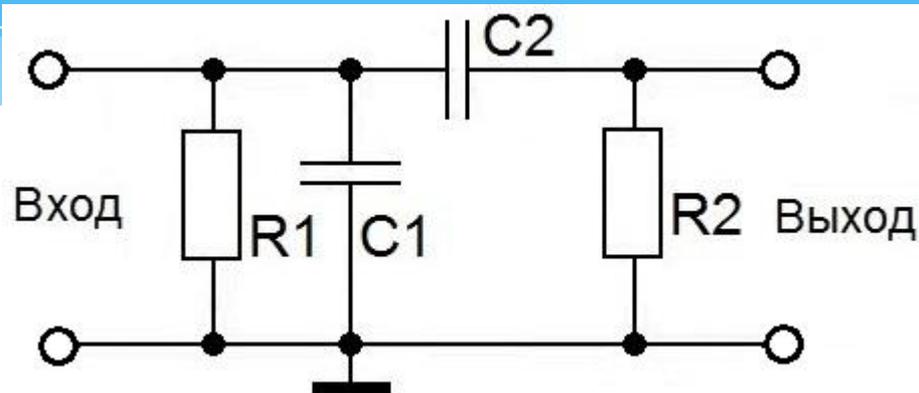
# RC-фильтр низких частот

- \* В этой цепи входное напряжение также прикладывается и к резистору, и к конденсатору, но выходное напряжение снимается с конденсатора. При увеличении частоты сигнала реактивное сопротивление конденсатора, а следовательно, и полное сопротивление уменьшаются. Однако, поскольку это полное сопротивление состоит из реактивного и фиксированного активного сопротивлений, его значение уменьшается не так быстро, как реактивное сопротивление. Следовательно, при увеличении частоты снижение реактивного сопротивления (относительно полного сопротивления) приводит к уменьшению выходного напряжения. Частота среза этого фильтра по уровню -3 дБ также определяется по формуле предыдущего фильтра.
- \* Рассмотренные выше фильтры представляют собой RC-цепи, которые характеризуются тремя параметрами, а именно: активным, реактивным и полным сопротивлениями. Обеспечиваемая этими RC-фильтрами величина затухания зависит от отношения активного или реактивного сопротивления к полному сопротивлению.
- \* При расчете любого RC-фильтра можно задать номинал либо резистора, либо конденсатора и вычислить значение другого элемента фильтра на заданной частоте среза. При практически расчетах обычно задают номинал сопротивления, поскольку он выбирается на основании других требований. Например, сопротивление фильтра является его выходным или входным полным сопротивлением.



# Полосовой RC-фильтр

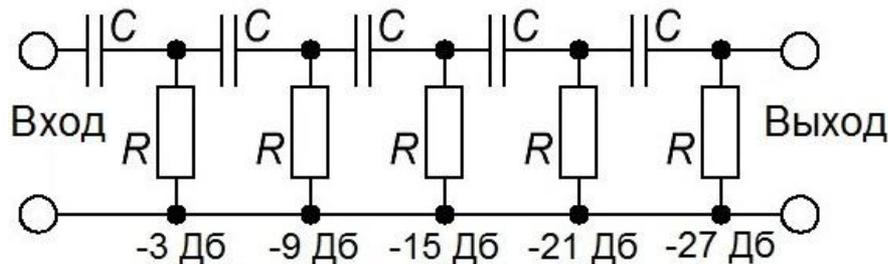
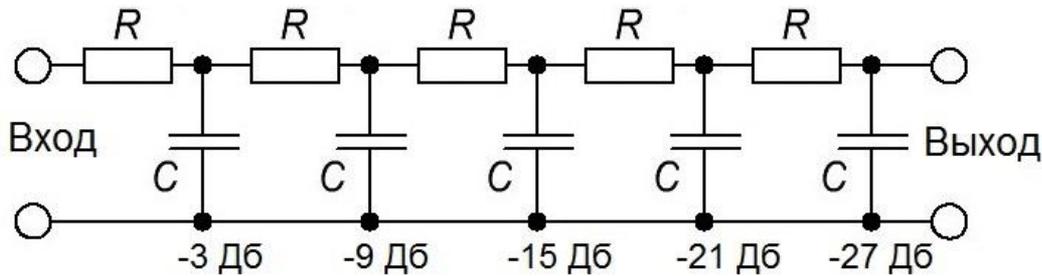
- \* Соединяя фильтры верхних и нижних частот, можно создать полосовой RC-фильтр, схема и амплитудно-частотная характеристика которого приведены



# Многозвенные RC-фильтры

Одиночный RC-фильтр не может обеспечить достаточного подавления сигналов вне заданного диапазона частот, поэтому для формирования более крутой переходной области довольно часто используют многозвенные фильтры. Частота среза многозвенного фильтра определяется по формуле ВЧ, НЧ RC-фильтра. Добавление каждого звена приводит к увеличению затухания на заданной частоте среза примерно на 6 дБ.

\*

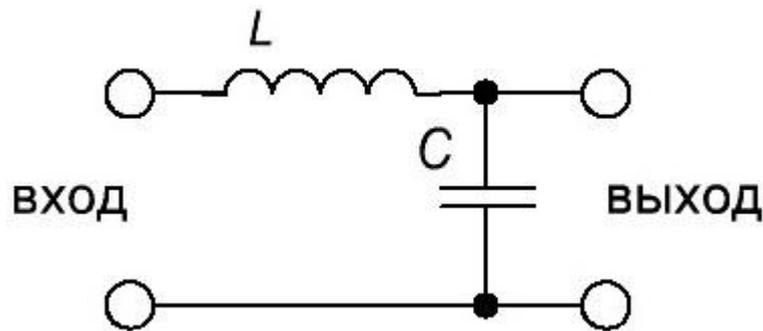


# LC-ФИЛЬТРЫ

- \* Фильтры более высокого качества реализуются на основе катушек индуктивности и конденсаторов. В LC-фильтр могут входить также и резисторы. Связь входной и выходной цепей большинства LC-фильтров соответственно с источником сигнала и с нагрузкой производится таким образом, чтобы значения их реактивных или полных сопротивлений были равны.

# Г-образный LC-фильтр нижних частот

- \* На рис. 6 приведена схема типового Г-образного LC-фильтра нижних частот.
- \* Расчет такого фильтра производится по следующим формулам:



$$f_c = \frac{1}{3,14\sqrt{LC}}$$

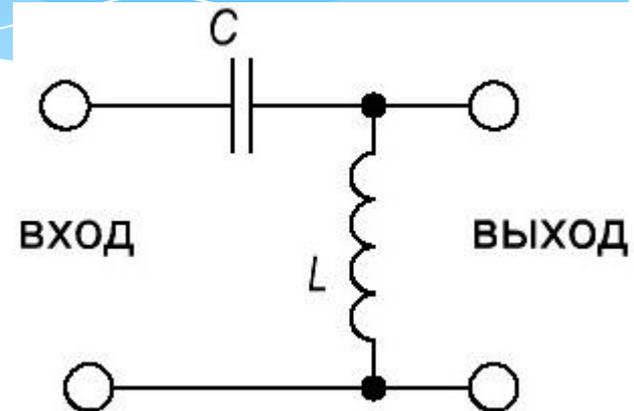
$$L = \frac{R}{3,14f_c}$$

$$C = \frac{1}{3,14f_c R}$$

- \* Все LC-фильтры обладают тем преимуществом, что на переменном токе конденсаторы и катушки индуктивности работают взаимнообратно, т.е. при увеличении частоты сигнала индуктивное сопротивление возрастает, а емкостное падает. Таким образом, в LC-фильтре нижних частот реактивное сопротивление параллельного элемента при увеличении частоты сигнала уменьшается и этот элемент шунтирует высокочастотные сигналы. На низких частотах реактивное сопротивление параллельного элемента достаточно высокое. Последовательный элемент обеспечивает прохождение низкочастотных сигналов, а для сигналов высоких частот его реактивное сопротивление велико.

# Г-образный LC-фильтр верхних частот

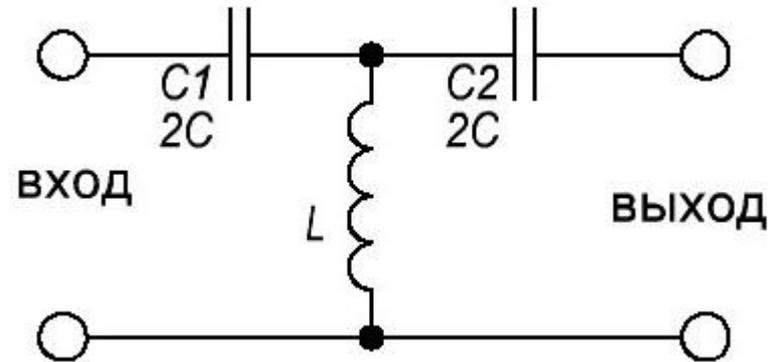
- \* В этом фильтре при увеличении частоты сопротивление последовательного элемента уменьшается. Он пропускает высокочастотные сигналы, а для сигналов низких частот его реактивное сопротивление велико. Параллельный элемент оказывает шунтирующее влияние на сигналы низких частот, а для высокочастотных сигналов его реактивное сопротивление велико.



# T-образный LC-фильтр верхних частот

\* Для увеличения крутизны амплитудно-частотной характеристики в Г-образную структуру можно ввести дополнительный конденсатор, как показано на рис. 10.

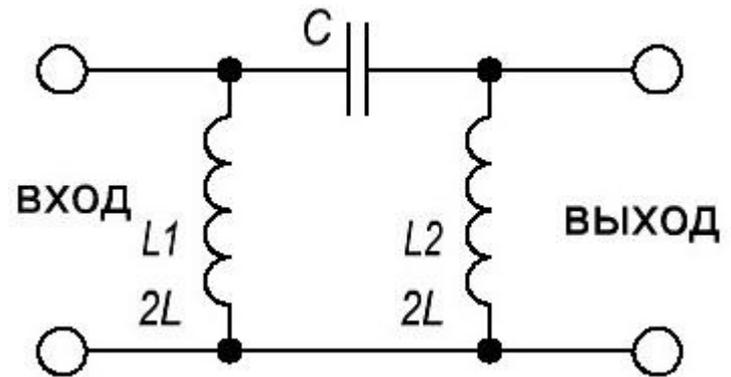
\* Такой фильтр имеет T-образную структуру. В T-образном фильтре значение индуктивности  $L$  не отличается от ее значения в исходной Г-образной структуре и все расчетные формулы остаются такими же. Суммарная емкость конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  должна быть эквивалентна емкости одиночного конденсатора исходной Г-образной структуры. Обычно эта требуемая общая емкость распределяется поровну между двумя конденсаторами так, что T-образном фильтре верхних частот каждый конденсатор имеет емкость, равную удвоенному значению емкости в Г-образной структуре.



\*

# П-образный LC-фильтр верхних частот

- \* Крутизну амплитудно-частотной характеристики фильтра можно также повысить путем введения в схему дополнительной катушки индуктивности, как показано на рисунке, образуя П-образный фильтр.
- \* В П-образном LC-фильтре значение емкости конденсатора не изменяется, а суммарная индуктивность катушек  $L_1$  и  $L_2$  должна быть эквивалентна индуктивности одиночной катушки исходной Г-образной структуры. Обычно требуемая общая индуктивность распределяется поровну между двумя катушками так, что каждая из них имеет индуктивность, равную удвоенному значению индуктивности Г-образной структуры.



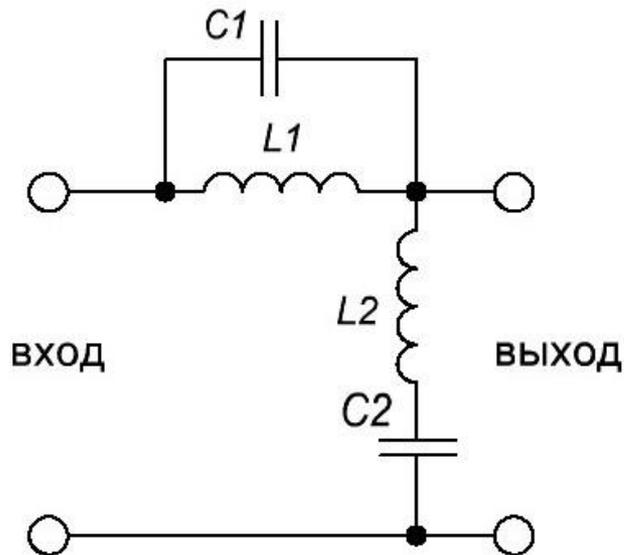
# Г-образный режекторный LC-фильтр

\* Работа полосно-заграждающего (режекторного) фильтра основана на различии зависимостей полных сопротивлений параллельной и последовательной резонансных цепей от частоты. Полное сопротивление параллельной LC-цепи на резонансной частоте максимально, тогда как у последовательной цепи оно минимально. Эти две LC-цепи, соединенные определенным образом (рис. 12), образуют Г-образный режекторный фильтр.

\*

Работа полосно-заграждающего (режекторного) фильтра основана на различии зависимостей полных сопротивлений параллельной и последовательной резонансных цепей от частоты. Полное сопротивление параллельной LC-цепи на резонансной частоте максимально, тогда как у последовательной цепи оно минимально. Эти две LC-цепи, соединенные определенным образом (рис. 12), образуют Г-образный режекторный фильтр.

\*



# Полосно-пропускающие LC-фильтры

- \* Т-образные и П-образные полосно-пропускающие фильтры (рис. 13) обладают более высокой крутизной амплитудно-частотной характеристики.

\*

