

## 1 слайд

Фильтр на ПАВ – электрический фильтр, в котором для разделения ЭМ колебаний различной частоты их преобразуют в акустические колебания и обратно, разделяя при этом акустические колебания различной частоты.

Фильтры на ПАВ имеют коммерческое применение на частотах от 30 МГц до 3 ГГц.

## 2 слайд

В основе этих фильтров лежит явление **поверхностно-акустических волн**. ПАВ – упругие волны, распространяющиеся вдоль поверхности твёрдого тела или вдоль границы с другими средами.

Поверхностные акустические волны были впервые описаны лордом Релеем в 1885. Вплоть до конца 70-х годов устройства на ПАВ использовались исключительно в военном оборудовании. Высокая технологичность и стремительное развитие беспроводной телефонии в 80-е годы обеспечило этим устройствам широкое поле для применения в гражданских приложениях.

На рисунке представлены ПАВ, распространяемые по поверхности оксида теллурия.

## 3 слайд

Эти фильтры используются и в маленьких и простых пейджерах, и в сложных приемниках для сотовой связи, телевизорах и оптоволоконных системах передачи данных. По назначению устройства на поверхностных акустических волнах можно разделить на несколько классов: полосовые фильтры для обработки сигналов на промежуточных частотах, линии задержки, резонаторы, фильтры с малыми потерями для входных цепей приемников, антенные дуплексоры для связных приемников, в том числе, систем AMPS, GSM, CDMA. В новом поколении сотовой телефонии IMT-2000 предполагается осуществить разделение доступа с помощью акустоэлектронного конвольвера.

## 4 слайд

Простейший фильтр на ПАВ состоит из двух преобразователей со встречными решетками проводящих электродов, расположенных на поверхности пьезоэлектрической подложки, например, монокристаллического кварца, танталата или ниобата лития.

*Пьезоэлектрический эффект — эффект возникновения поляризации диэлектрика под действием механических напряжений.*

*При прямом пьезоэффекте деформация тела приводит к возникновению электрического напряжения между поверхностями, при обратном пьезоэффекте приложение напряжения к телу вызывает его деформацию.*

Под действием переменного электрического напряжения источника сигнала в зазорах между смежными электродами излучающего преобразователя возникает переменное электрическое поле, которое вследствие пьезоэффекта материала подложки вызывает механические колебания в ее поверхностном слое. Эти колебания распространяются в тонком приповерхностном слое подложки в направлениях, перпендикулярных электродам в виде поверхностных акустических волн.

Между смежными электродами приемного преобразователя вследствие обратного пьезоэффекта механические колебания ПАВ обуславливают появление электрического напряжения, которое и является выходным сигналом.

На концах пьезоэлектрической пластинки находятся поглотители акустических волн, которые исключают их отражение.

## 5 слайд

Встречно-ребенчатый преобразователь

Амплитуда сигнала определяется длиной полосок. Расстояние между полосками определяет основную частоту ПАВ-фильтра

## 6 слайд

Если подать на передающий преобразователь сигнал в виде дельта-функции, то импульсный отклик фильтра будет являться сверткой локальных импульсных откликов двух преобразователей.

Чтобы получить отклик, соответствующий АЧХ идеального фильтра необходимо выполнить преобразование Фурье. Если воспроизвести топологию преобразователя в соответствии с этим импульсным откликом, то можно ожидать, что такой фильтр вблизи основной частоты будет соответствовать требуемой АЧХ. В результате получаем бесконечный во времени отклик, что требует бесконечного по длине преобразователя.

## 7 слайд

Для уменьшения длины и устранения возникающих искажений импульсный отклик умножается на временное окно Хемминга или Блекмана-Херриса.

## 8 слайд

После дискретизации каждый коэффициент будет представлен своей парой электродов во входном преобразователе электрического сигнала в ПАВ.

## 9 и 10 слайд

Аналогичным образом строится выходной преобразователь, с поправками для основной полосы пропускания.

## 11 слайд

Преимущества:

- возможность реализаций различных достаточно сложных по форме АЧХ и ФЧХ при высокой точности обеспечения заданных параметров;
- технологичность изготовления, возможностью применения стандартных технологических процессов микроэлектроники;
- высокая стабильность параметров в процессе эксплуатации и надежность работы, объясняющиеся тем, что фильтр на ПАВ представляет собой монолитное твердотельное устройство;
- малые габариты и вес.

Недостатки:

- повышенная стоимость, так как они строятся, как правило, на монокристаллической пьезоподложке;
- повышенный уровень вносимых потерь, так как их преобразователи обычно обладают двунаправленным излучением и приемом ПАВ, и поэтому менее одной четверти отдаваемой источником сигнала мощности достигает нагрузки.

Удачный набор достоинств фильтров на ПАВ в значительной мере компенсирует их недостатки, поэтому в настоящее время фильтры на ПАВ практически не имеют конкурентов в широком диапазоне частот.

ПАВ-фильтры используются в мобильной технике, т. к. имеют значительное преимущество в размерах, стоимости, производительности в сравнении с другими технологиями.