

Тема 4.2 Исследование формы сигналов

1. Общие сведения.
2. Самопишущие приборы.
3. Электронные анализаторы спектров.
4. Электронно-лучевые осциллографы.

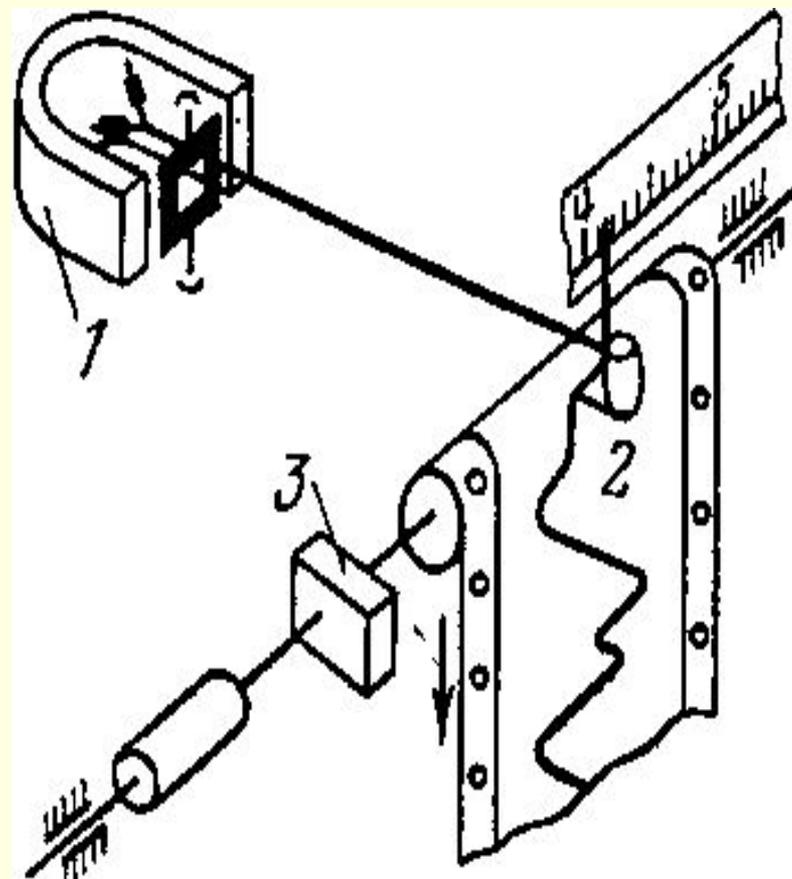
- Существует два способа представления электрических сигналов: **временной и спектральный**.
- При **временном способе** электрический сигнал изображается графиком в прямоугольной системе координат, по ординате которой указывается мгновенное значение напряжения или тока изображаемого сигнала, а по абсциссе — текущее время. Этот график называют обычно кривой напряжения (или тока). Временное представление сигнала обеспечивает хорошую наглядность при исследовании различных электротехнических и электронных устройств, их наладке и регулировке и контроле электрических процессов.

- При **спектральном способе** представления электрический сигнал рассматривается как сумма простых (гармонических) колебаний, каждое из которых имеет свое максимальное значение, частоту и фазу. Эта сумма гармонических составляющих однозначно определяет сигнал (его свойства, форму кривой и т. п.). При спектральном способе гармонические составляющие графически представляют в прямоугольной системе координат в виде вертикальных линий, абсциссы которых определяют частоту гармоник, а высота (ордината) соответствует максимальным значениям их.

-
- Для получения графиков (иначе, формы кривой) напряжений или токов по первому способу используются **самопишущие приборы и осциллографы**, а для получения амплитудного спектра напряжений и токов — **анализаторы гармоник и анализаторы спектров**.

САМОПИШУЩИЕ ПРИБОРЫ

- Самопишущие приборы предназначены для измерения напряжений и токов медленно меняющихся электрических процессов и одновременной автоматической записи результатов этих измерений на бумагу.
- Самопишущий прибор (рис) состоит из измерительного механизма 1, устройства записи 2 и лентопротяжного механизма 3.



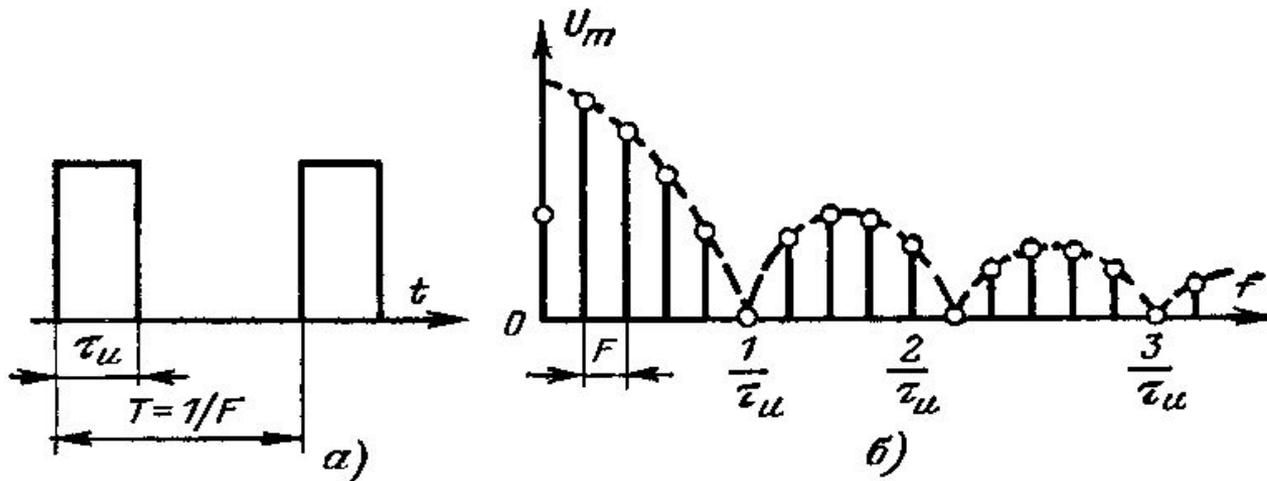
- Измерительные механизмы могут быть различными. Обычно это измерительное устройство магнитоэлектрической или ферродинамической системы.
- Наиболее часто в самопишущих приборах применяют непрерывную и точечную запись. Непрерывная запись обычно ведется пером, расположенным на конце стрелки.
- Время непрерывной записи определяется скоростью протяжки и запасом бумаги и может достигать нескольких суток.
- При точечной записи возможна многоканальная работа, т. е. измерение и запись напряжений или токов в нескольких цепях. При этом прибор имеет автоматический переключатель (коммутатор), который переключает измерительный механизм из одной цепи в другую и одновременно заменяет красящую ленту или вращает печатающее колесо, на котором имеются точки и цифры номеров каналов.

- Так как на бумагу метки времени не наносятся, к лентопротяжному механизму предъявляется повышенное требование к равномерности протяжки. Поэтому в качестве движителя лентопротяжного механизма используются синхронные электродвигатели, включаемые в сеть, или часовые механизмы большой мощности.
- Наряду с самописцами, использующими измерительные механизмы магнитоэлектрической или ферромагнитной систем, широко применяются самопишущие приборы компенсационного типа, обеспечивающие более высокую точность измерений.

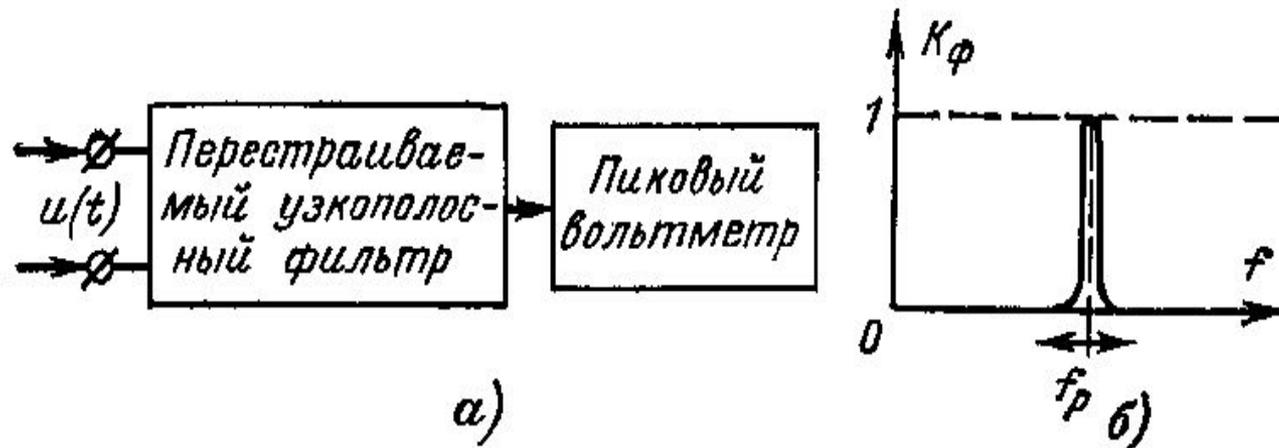
ЭЛЕКТРОННЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРОВ

- Наибольший интерес для практических целей представляет спектр амплитуд или заменяющий его спектр мощности гармонических составляющих.
- Знание спектра амплитуд или мощности гармоник позволяет судить о распределении мощности сигнала по частоте, определять необходимые полосы пропускания электронных устройств, которые должны работать со сложными по форме сигналами, находить частоты и ускорения наиболее опасных составляющих вибраций конструкций и т. д.
- Устройства, предназначенные для аппаратурного нахождения спектра амплитуд или мощности, называют анализаторами спектров или анализаторами гармоник.

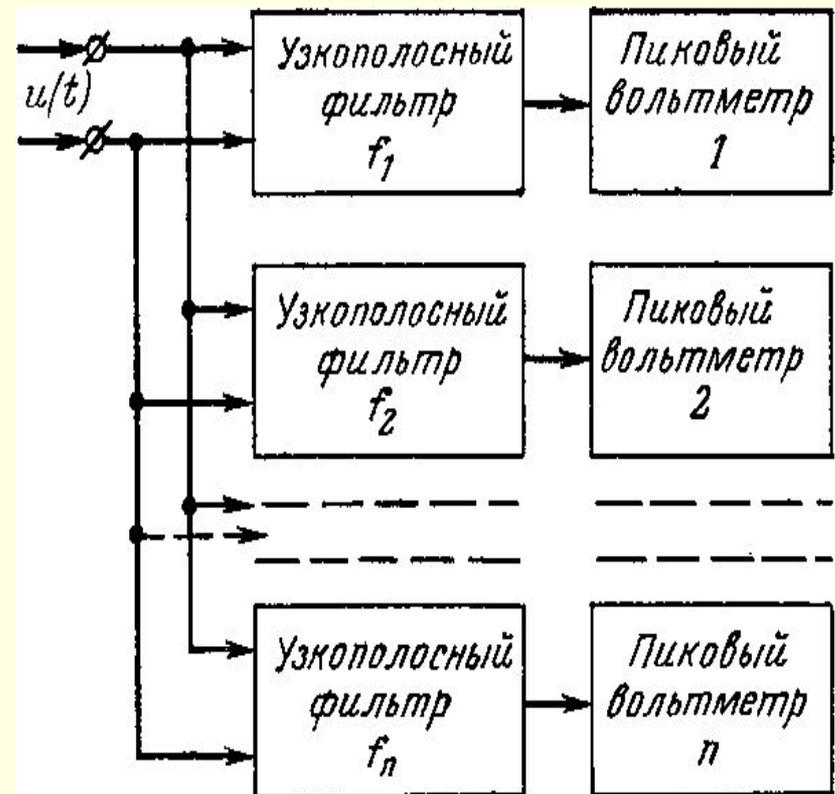
- В качестве примера на рис. б изображен спектр амплитуд периодической последовательности прямоугольных импульсов (рис. а). Положение линий на оси частот определяется частотой каждой гармонической составляющей, а их высоты — максимумами (амплитудами) или мощностью этих составляющих.
- Для спектрального анализа применяют два основных метода, причем оба используют частотно-избирательные фильтры.



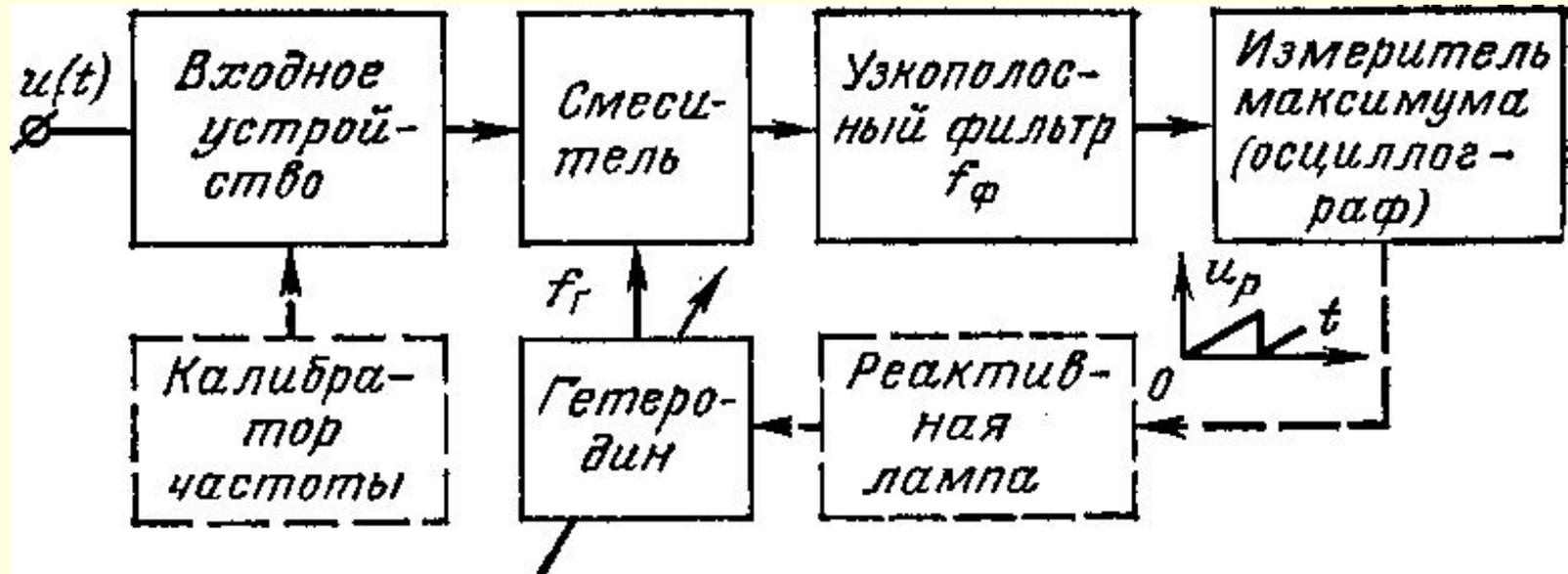
- Рисунок а иллюстрирует метод последовательного анализа. Выделение каждой гармонической составляющей спектра производится путем последовательной перестройки узкополосного фильтра, имеющего амплитудно-частотную характеристику, изображенную на рис. б, а измерение их максимумов — путем подключения к выходу фильтра пикового вольтметра. Частоты гармонических составляющих определяются по шкале настройки фильтра.



- На рис. показана схема прибора, работающего по методу параллельного анализа. Такой прибор должен состоять из большого числа узкополосных фильтров, настроенных на разные достаточно близкие частоты f_1, \dots, f_n . Максимум каждой гармонической составляющей измеряется собственным пиковым вольтметром. Приборы, работающие по методу параллельного анализа, более громоздки, но позволяют исследовать нестационарные процессы, поэтому они применяются в основном в специальной аппаратуре.



- Наибольшее распространение получили анализаторы последовательного анализа. Однако вместо перестраиваемого фильтра они строятся на основе одного узкополосного фильтра с фиксированной настройкой и гетеродинного метода преобразования частоты. Если исследуемое напряжение $u(t)$ содержит гармоники $f_1, 2f_1, 3f_1$ и т.д., а частота гетеродина (маломощный генератор электрических колебаний, применяемый для преобразования частот сигнала), плавно перестраиваясь, последовательно принимает значения $f_r = f_0 + nf_1$, то на вход фильтра в эти моменты будет поступать напряжение с частотой $f_{\Phi} = f_r - nf_1$ и амплитудой, пропорциональной амплитуде соответствующей гармоники исследуемого напряжения.



- Для графического представления результатов анализа очень часто используется электронно-лучевая трубка. В этом случае представляется возможным автоматизировать процесс гармонического анализа, если частоту гетеродина перестраивать пилообразным напряжением, которое одновременно отклоняет луч ЭЛТ по горизонтали.
- Анализаторы спектров могут быть использованы также и для измерения частоты гармонических колебаний. При этом точность определения значения частоты зависит от разрешающей способности примененного анализатора спектров и точности градуировки его шкалы (оси) частот.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ

- Электронно-лучевым осциллографом называется электронный прибор, предназначенный для визуального наблюдения формы кривой электрических сигналов и измерения их параметров с помощью электронно-лучевой трубки.
- Электронно-лучевые осциллографы — наиболее распространенные измерительные приборы. Их широкое распространение объясняется рядом достоинств: широкой полосой рабочих частот, высокой чувствительностью, большим входным сопротивлением и универсальностью (по видам измерений).

Классификация осциллографов

- по количеству одновременно исследуемых сигналов (однолучевые, двухлучевые, многолучевые);
- по характеру исследуемого процесса (непрерывного, импульсного многократного и однократного процесса);
- по ширине полосы пропускания канала сигнала;
- по точности измерения параметров сигнала;
- по условиям эксплуатации и т. д.

- Осциллограф состоит из электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), канала вертикального отклонения, канала горизонтального отклонения, источников питания и вспомогательных узлов (калибраторов напряжения и длительности). Многие осциллографы имеют также и канал управления яркостью электронно-лучевой трубки.



- Электронно-лучевая трубка определяет принцип действия прибора, и от ее характеристики в значительной мере зависят параметры осциллографа и области его применения. В осциллографах в основном применяют ЭЛТ с электростатическим управлением луча, так как такие трубки позволяют исследовать более высокочастотные процессы и потреблять меньше энергии от источников питания по сравнению с трубками с электромагнитным управлением лучом.

Домашнее задание

- *Подготовить доклад «Исследование формы сигнала при помощи осциллографа»*
- *Следующее занятие - практическая работа №5 «Выбор типа электронного осциллографа»*