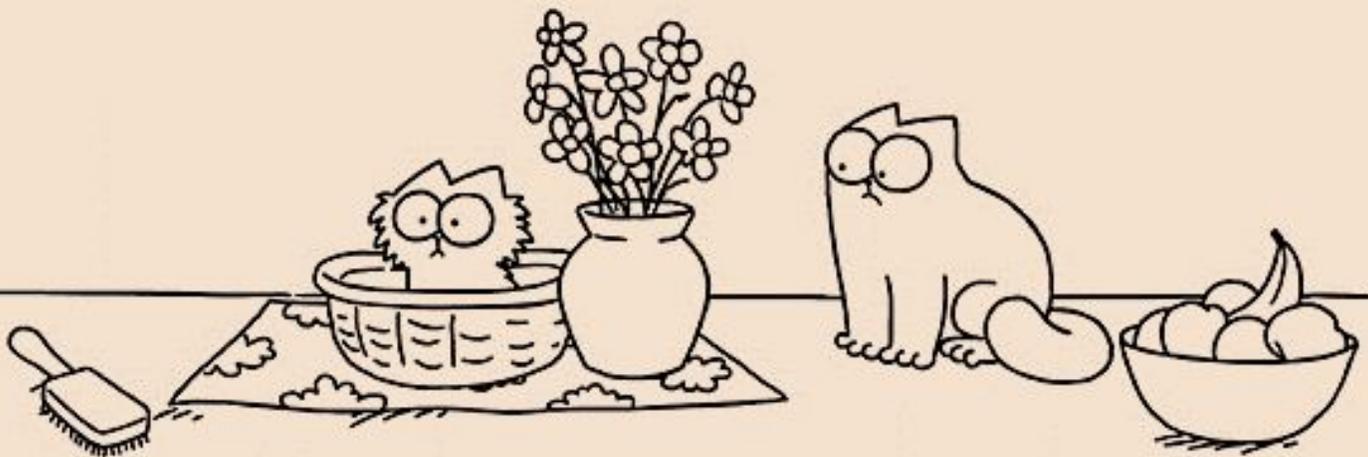
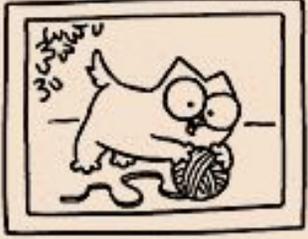


# Способы регистрации данных. ЦАП-АЦП в сейсморазведке



Дубровин Иван

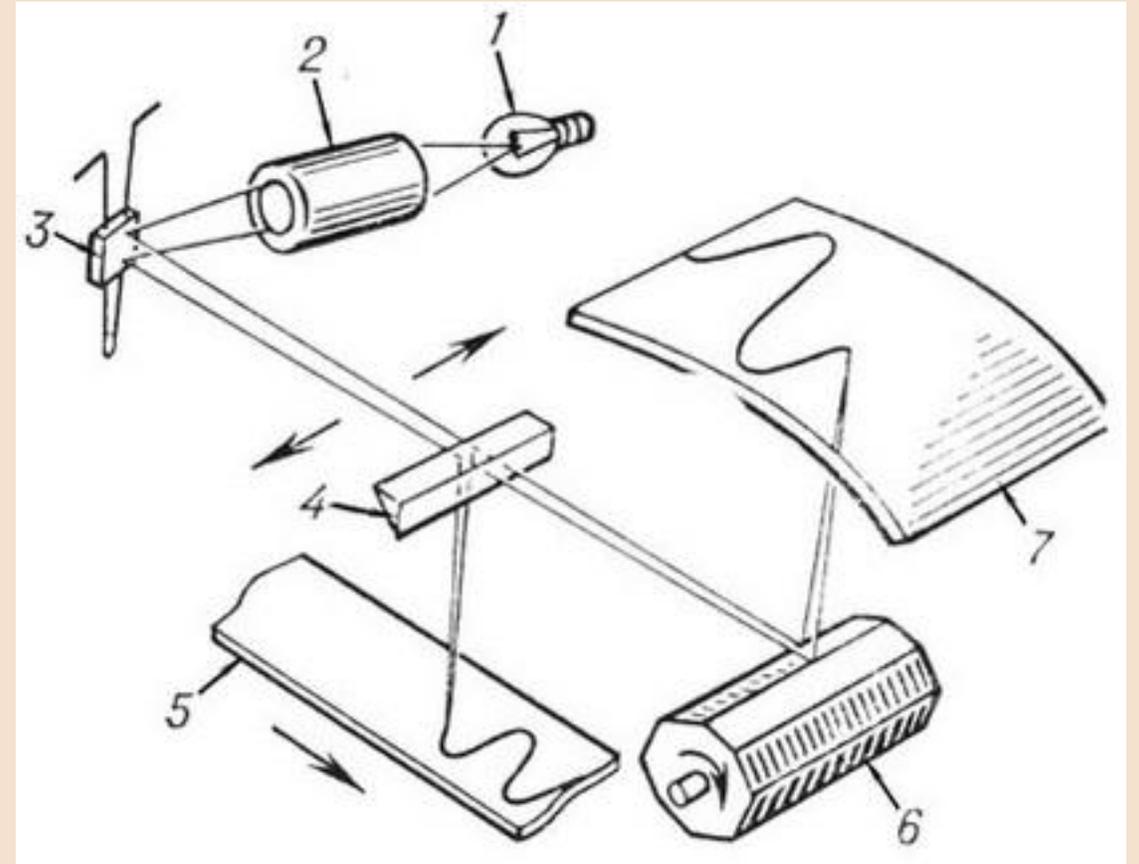


# Экскурс в историю. Регистрация данных в аналоговой форме. Осциллографы

Первые  $\approx 30$  лет сейсморазведки выходные сигналы с приемников регистрировались при помощи шлейфовых осциллографов.

Принципиальное устройство шлейфового осциллографа:

- 1) Источник света
- 2) Фокусирующий объектив
- 3) Зеркало шлейфа
- 4) Оптическая призма
- 5) Носитель записи
- 6) Зеркальный барабан
- 7) Экран визуального наблюдения

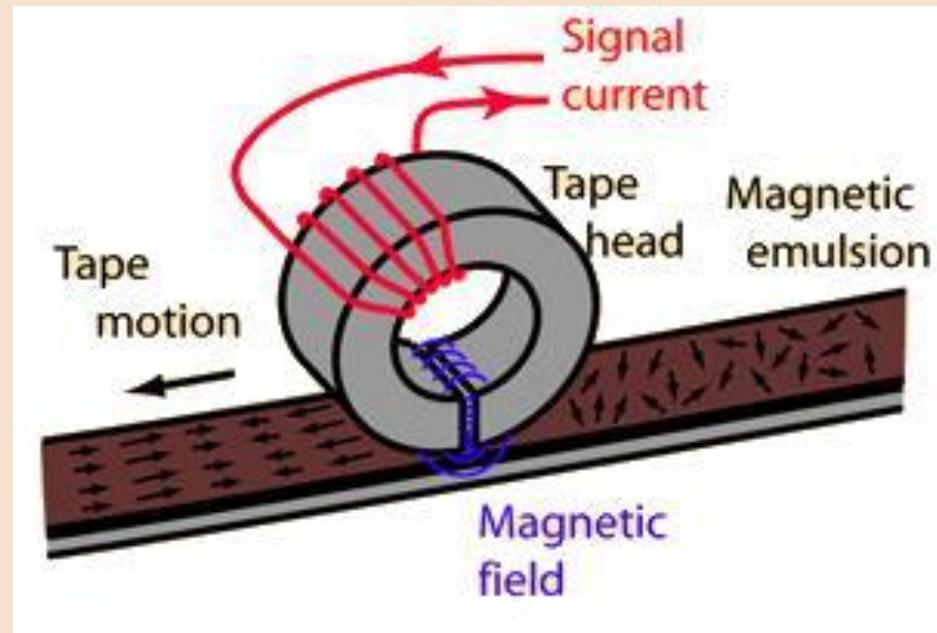


# Экскурс в историю. Регистрация данных в аналоговой форме. Магнитные ленты

Около 1950 года началась запись колебаний на магнитные ленты. В общих чертах принцип записи на магнитную ленту отображен на картинке справа.

Использовались многоканальные аналоговые магнитные регистраторы, в которых имелось несколько (от 26 до 50) головок для параллельной записи.

Первоначально использовалась прямая регистрация сигналов, которая позднее была заменена записью с частотной модуляцией, а также с модуляцией по ширине импульса.



# Экскурс в историю. «Цифровая революция»

В 60-х годах появляется цифровая регистрация, которая привела не только к повышению точности, но и к широкому применению цифровых ЭВМ при обработке и интерпретации сейсмических данных. Устройства, основанные на цифровой записи, в наше время уже почти полностью заменили своих аналоговых предшественников

Цифровая запись отличается большей надежностью, чем аналоговая, и позволяет проводить цифровую обработку без внесения искажений в данные. Устройства аналоговой записи дороги, требуют особых условий эксплуатации и большого количества вспомогательных расходных материалов.

В цифровом представлении используется двоичная система, поскольку в ней всего две цифры и, соответственно, необходимо всего два состояния: например, включенный или выключенный переключатель, положительный или отрицательный прямоугольный импульсы.

Устройства, преобразующие аналоговый сигнал в цифровой и наоборот называются соответственно аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).



# АЦП/ЦАП в общих чертах

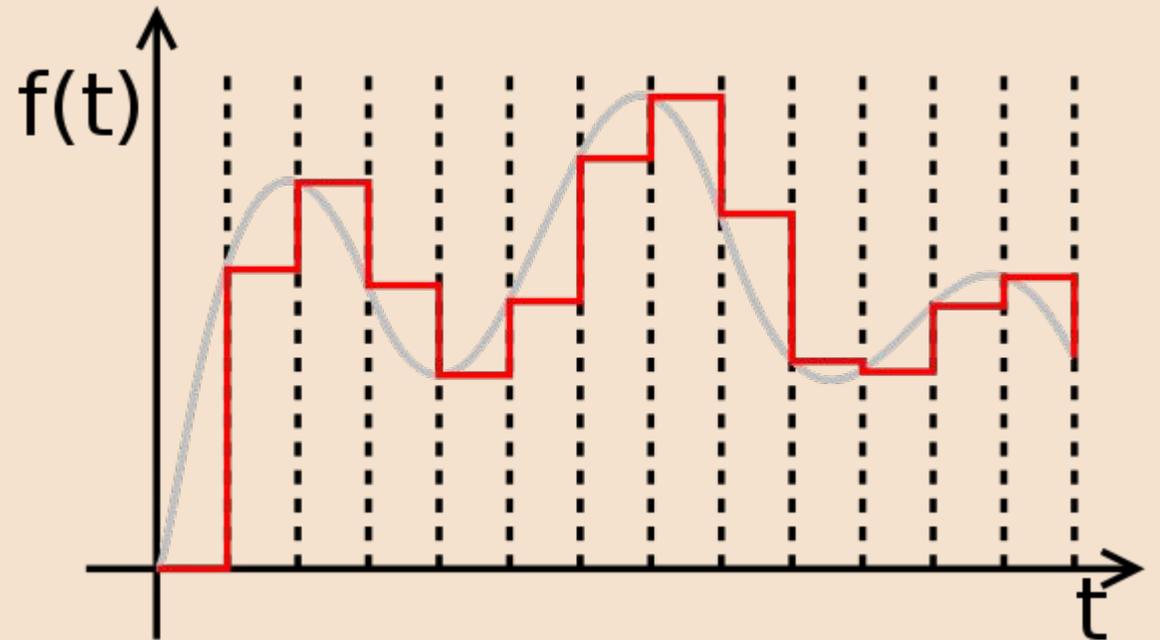
Аналогово-цифровой преобразователь - один из самых важных электронных компонентов в любом измерительном оборудовании. Он преобразует аналоговый сигнал (напряжение) в дискретный код, с которым могут работать процессор и программное обеспечение.

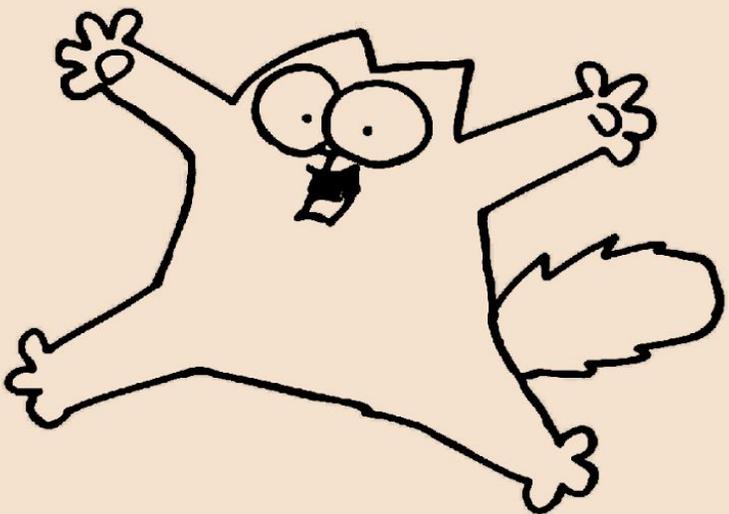
Цифро-аналоговый преобразователь выполняет обратную операцию.

Существует несколько основных типов АЦП:

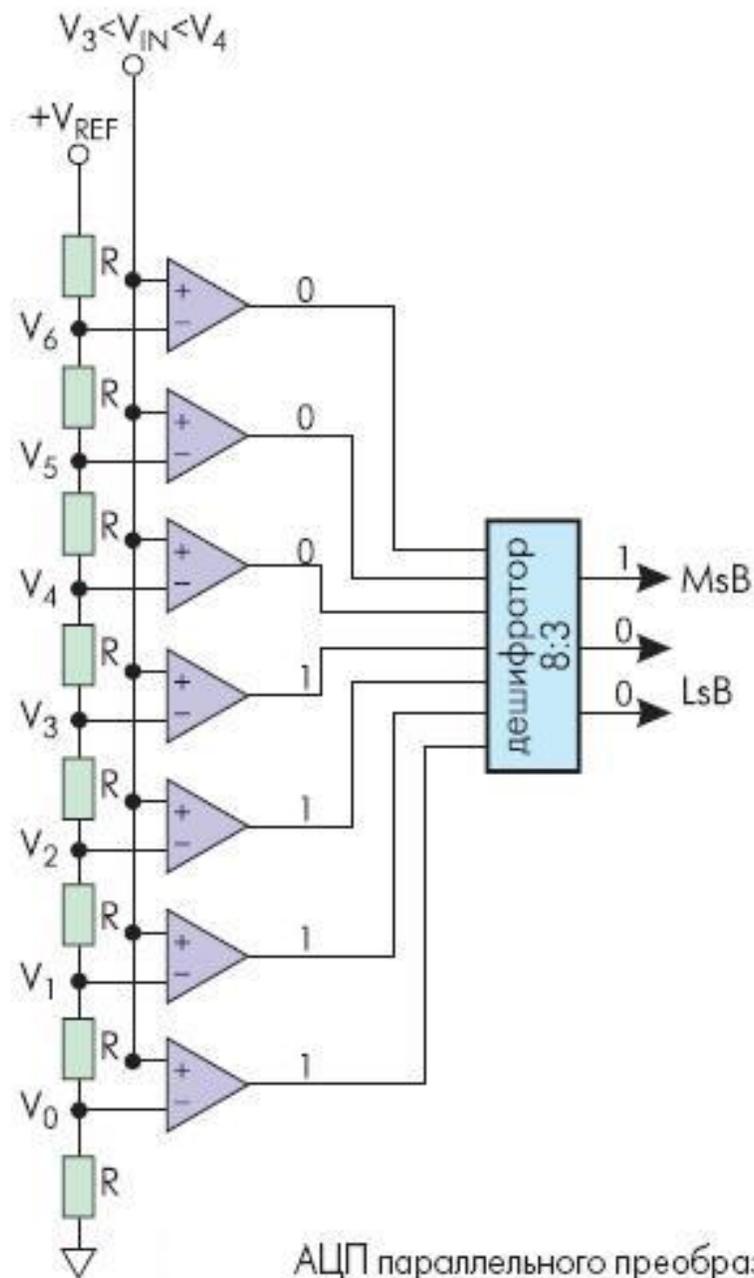
- Параллельного преобразования
- Последовательного приближения
- Интегрирующие АЦП
- Сигма-дельта АЦП

ЦАП часто входят в состав АЦП, как, например, в АЦП последовательного приближения или сигма-дельта АЦП



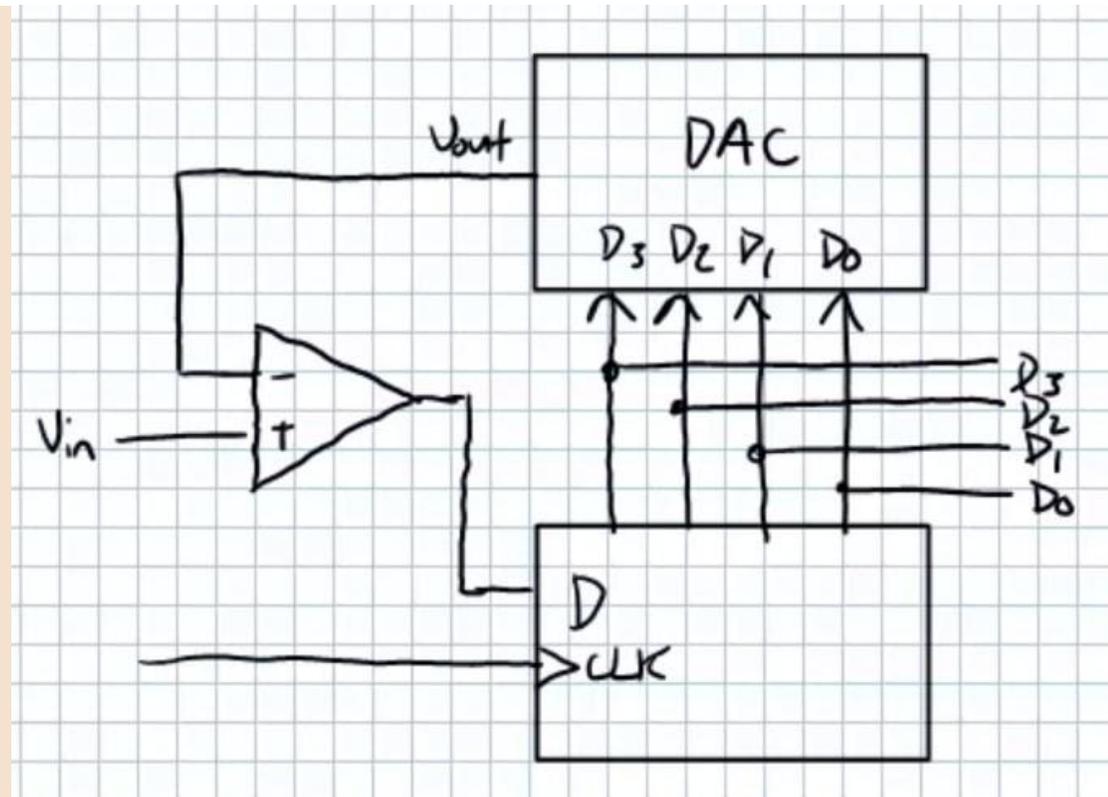
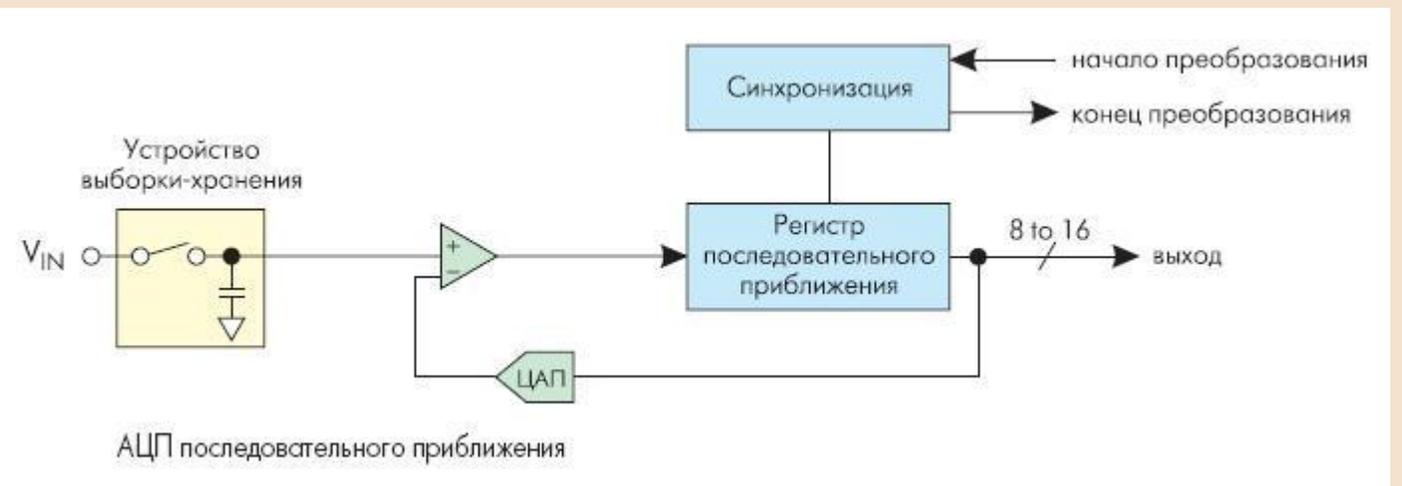
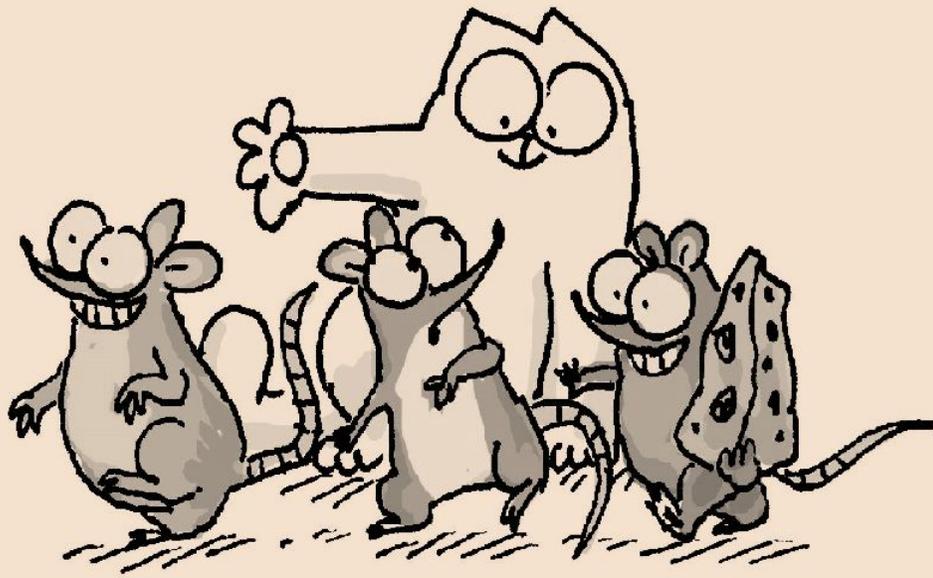


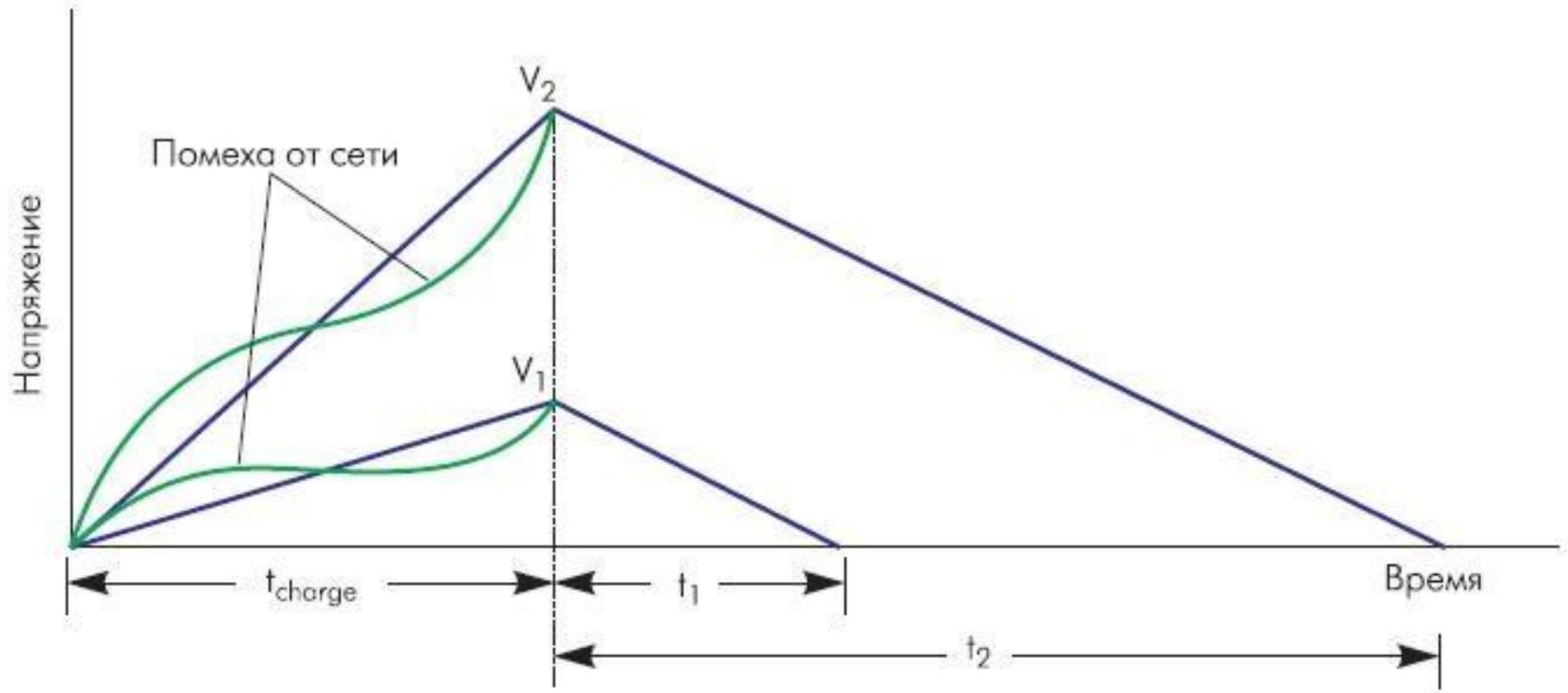
## АЦП параллельного преобразования



АЦП параллельного преобразования

# АЦП последовательного приближения

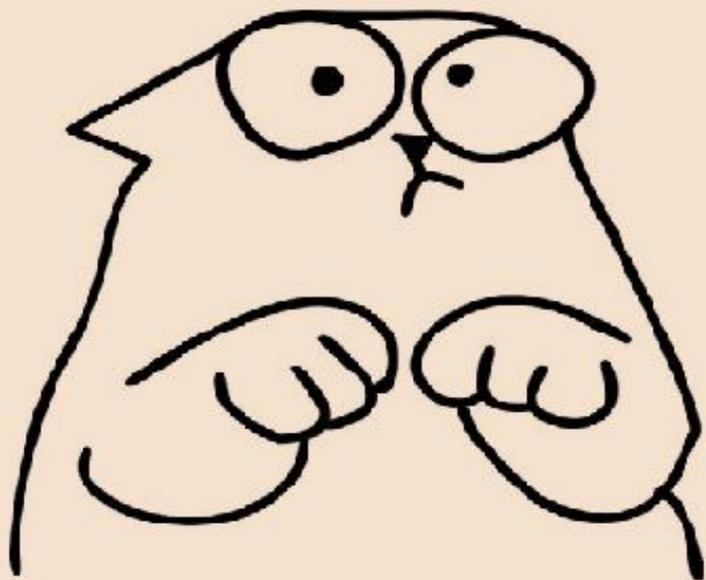
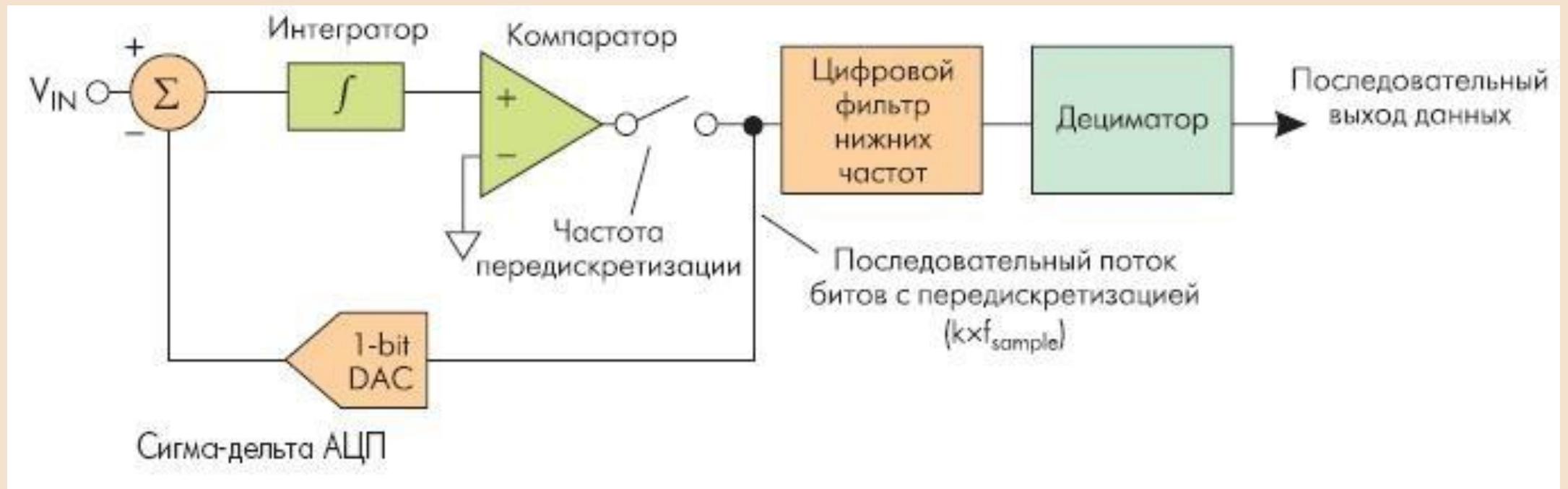




Интегрирующий АЦП. Зеленым цветом показана помеха от сети (1 период)

## АЦП двухтактного интегрирования





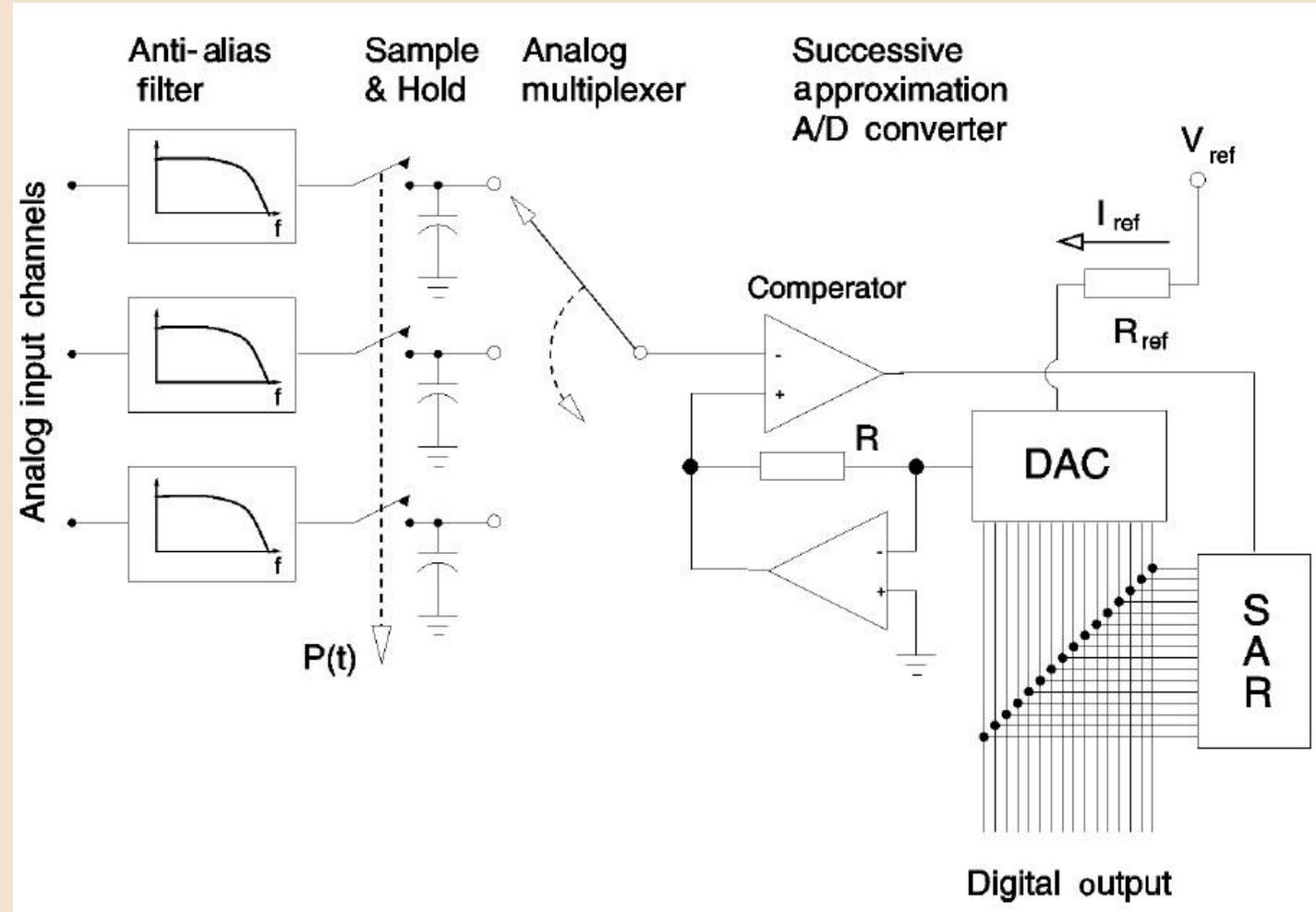
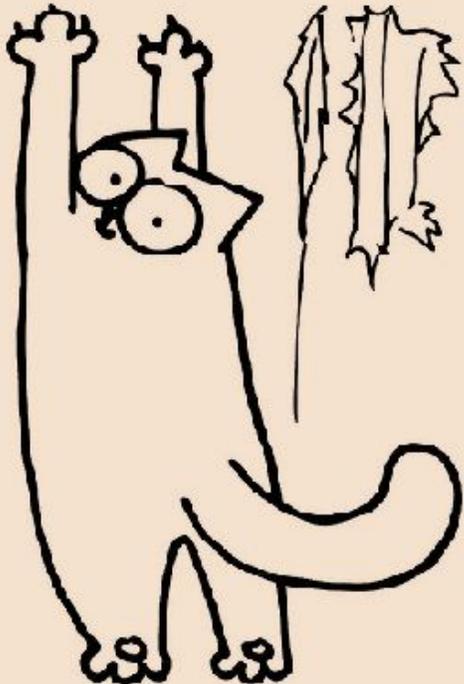
**Сигма-дельта АЦП**

# АЦП в сейсморазведке

Первое поколение сейсмических регистрирующих устройств преимущественно использовали АЦП последовательного приближения.

Недостатки:

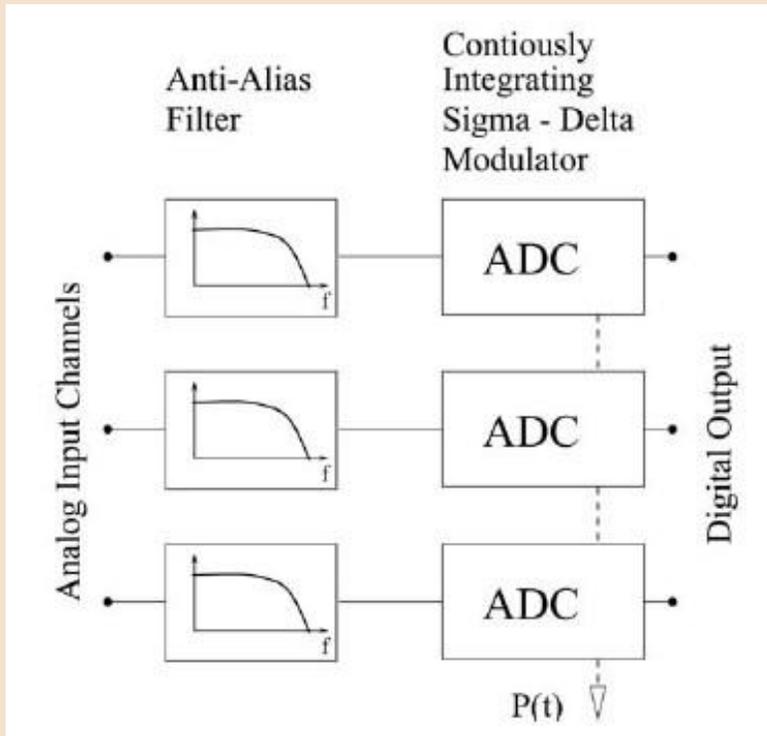
- Ограниченная возможность регистрации малых изменений входного сигнала
- Зашумление входного сигнала из-за неидеальности компонентов системы



# АЦП в сейсморазведке

В современных системах больше нет явного разделения между преобразованием аналогового сигнала в цифровой и цифровой обработкой сигнала. Современные АЦП сами по себе выполняют некоторые процессы обработки, направленные на улучшение разрешения, увеличения соотношения сигнал/помеха и т.д.

Для этого используются техники постоянного интегрирования и накопления, совмещённые со специально разработанными ФНЧ.



Всё это объединено в самых современных регистрирующих устройствах, использующих сигма-дельта АЦП.

Упрощенная блок схема такого устройства представлена на рисунке слева.

Постоянное интегрирование аналогового сигнала позволяет избавиться от «разрывов» в процессе выборки и учесть изменения сигнала меньшие, чем разрядность АЦП.

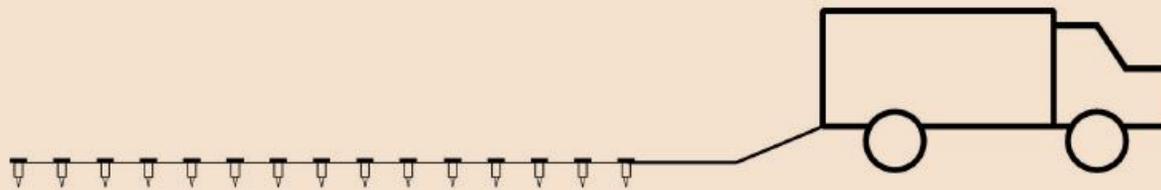
Недостаток в том, что необходим отдельный блок для каждого канала, однако это компенсируется отсутствием необходимости использовать устройства выборки и хранения и мультиплексоры.



# Телеметрия в современной сейсморазведке

Некоторые потрясающие особенности систем регистрации первого поколения:

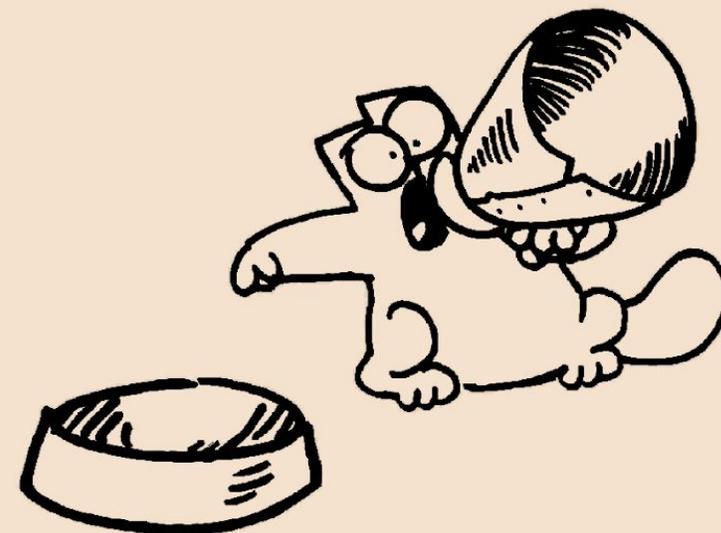
- Передача по косам аналогового сигнала
- Тяжелые кабели
- Взаимовлияния каналов, наводки внешних помех
- Аналоговые фильтры
- Ограничение регистрируемых каналов



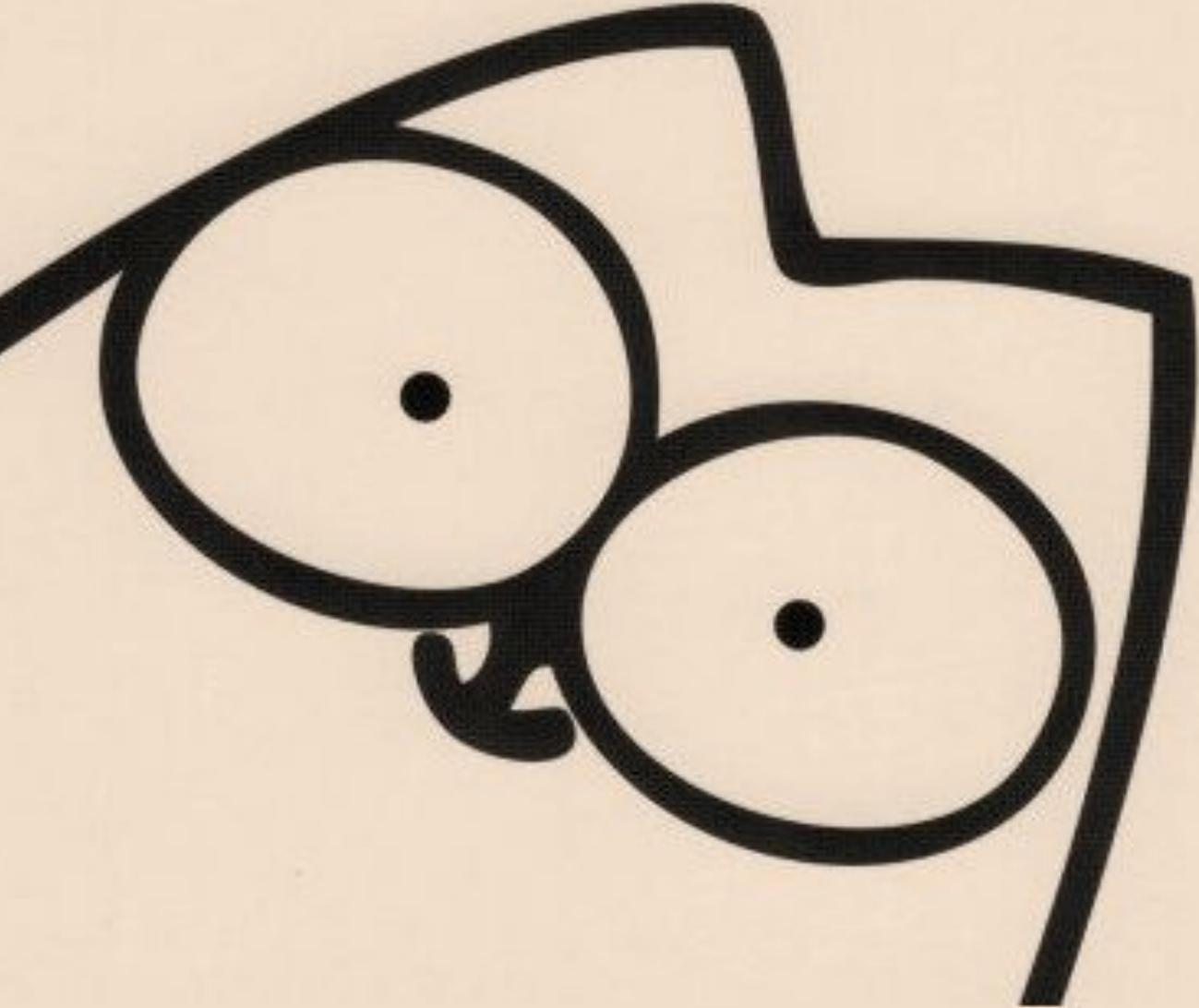
В телеметрическом оборудовании по косам на станцию передается уже оцифрованный сигнал.

Для этого используются специальные телеметрические кабели, к которым подсоединяются операционные модули и группы сейсмоприемников. В этом случае АЦП располагаются в модулях.

Преимущества телеметрических систем регистрации покрывает недостатки аналоговых систем, перечисленные выше.



# Спасибо за внимание!



Вопросы к зачету:

1. Способы регистрации данных в аналоговой форме
2. Основные типы АЦП и принцип их действия
3. Преимущества и недостатки сигма-дельта АЦП и АЦП последовательного приближения

# Список литературы:

- Manual of seismological observatory practice [1979]
- New Manual of Seismological Observatory Practice [2002]
- Вольфгант Райс. Как работают АЦП и что можно узнать из спецификации на АЦП [2005]
- Боганик, Гурвич. Сейсморазведка [2006]
- Google.com + youtube.com