

Спектр и спектрограмма

Методичка

23. Спектр и спектрограмма: чтение учебного сигнала

Новая тема **12**. Приём и анализ **известного учебного источника** в Spectrozir SA + HackRF One. Цель — описать сигнал и отделить его от артефакта прибора. Форма спектра сама по себе не устанавливает модель, владельца или назначение передатчика.

Что показывает экран

Объект	Как читается
Spectrum	По горизонтали частота; по вертикали уровень. Это текущая или усреднённая картина — в зависимости от режима
Waterfall / спектрограмма	Частота × время; цвет показывает уровень. Направление времени определяется шкалой программы
Noise floor	Видимый фон при заданных полосе и усилении; это не постоянная характеристика местности
Полоса сигнала	Участок частот, занятый сигналом. Измерение зависит от выбранного порога и разрешения
FFT Size	Больше отсчётов → лучше различение близких частот при той же полосе, но выше нагрузка и иной временной отклик

Packet Rate, скорость UART, частота несущей и ширина полосы — разные величины. Расстояние между цветными полосами на waterfall не следует автоматически объявлять Packet Rate: часть событий может пропускаться при сканировании.

1. Начальная настройка

1. Spectrozir → HackRF One → ID прибора → Connect / «Подключиться».
2. Настройки → LNA Gain **20 dB или ниже** рядом с источником; VGA Gain **16 dB**; дополнительный +10 dB **OFF**; FFT Size **4096**; Spur Filter включён.
3. Полоса просмотра → известный учебный диапазон → Start / «Старт». Узкая нужная полоса удобнее полного обзора 1 MHz–6 GHz.
4. Видимые ложные пики, насыщение или подъём всего фона → уменьшение усиления; затем повторное наблюдение.

Вход HackRF One: **максимум –5 dBm**. Прямое соединение с выходом передатчика без рассчитанного измерительного тракта недопустимо. Этот маршрут использует приёмную антенну, а не подключение к RF-выходу TX.

2. Сравнение известного источника

1. **Фон** → снимок/запись при неактивном учебном источнике; фиксированы границы полосы, gain, FFT и шкала цвета.
2. **Источник активен** → та же конфигурация приёмника; отметка времени изменения состояния стенда.
3. **Отличие** → частотный участок, приблизительная ширина, непрерывность или пачки, стабильность уровня, повторяемость во времени.

4. **Повтор** → изменение состояния источника ещё раз. След, который воспроизводимо появляется вместе с ним, связан с источником увереннее случайного совпадения.
5. **Описание результата** → «в указанной полосе появляются короткие широкие пачки», а не неподтверждённое название устройства.

3. Основные рисунки

Картина	Допустимый вывод	Чего она не доказывает
Узкая непрерывная линия	Устойчивая составляющая на частоте	Конкретный протокол; линия может быть артефактом приёмника
Широкая непрерывная полоса	Широкополосное излучение в наблюдаемом интервале	Тип данных, качество изображения или назначение
Короткие повторяющиеся пачки	Импульсная/пакетная активность	Точную частоту пакетов без учёта режима обзора
Следы на меняющихся частотах	Частотная перестройка возможна	Принадлежность определённой системе; нужен известный источник
Несколько линий на кратных частотах	Возможные гармоники	Что каждая линия — отдельный передатчик

4. Сигнал или артефакт

1. Пик всегда посередине окна → изменение центральной частоты при сохранении интересующей полосы в обзоре. Пик, следующий за центром, вероятно связан с **DC offset**.
2. Периодические собственные пики → сравнение при другом центре, Spur Filter; в документации HackRF/SpectroZir отмечены spurs с шагом **20/40 MHz**.
3. При уменьшении gain исчезает множество «сигналов» → вероятная перегрузка и продукты нелинейности. Повторное измерение с меньшим усилением.
4. Разная высота пиков до/после изменения gain → нельзя напрямую сравнивать мощность источников. HackRF без калибровки и учёта тракта не заменяет измеритель мощности.

Один sweep не является одновременным наблюдением всей широкой полосы. Паузы между проходами могут скрыть короткую передачу.

Завершение и запись

Stop / «Стоп» → отключение прибора в приложении. Запись: источник/состояние стенда; частотные границы; gain и FFT; наблюдаемый рисунок; результат сравнения; неопределённость. Для просмотра сохранённой спектрограммы обязательны читаемые шкалы частоты и времени.

Маршрут сверён по интерфейсу и документации; обнаружение конкретного HackRF и качество измерений на оборудовании читателя — **не проверены**. Первоначальная настройка.

Источники: школьный плакат спектров — только принцип чтения графиков; [SpectroZir](#); [HackRF](#), [HackRF One](#). REVIEW.