

# НАУЧНОЕ ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Приём несущей частоты

**$f = 11\,430$  МГц-Н | Rascom QAF 1R @ 2,9°E**

Диаграмма направленности Северная Африка | Приём вне зоны  
покрытия в Центральной Европе

---

**Спутник: Rascom QAF 1R @ 2,9° в.д.**

Частота:  $f = 11\,430$  МГц | Поляризация: горизонтальная | Стандарт: DVB-S2/8PSK

Апертура рефлектора: первичный фокус Prodelin D = 450 см

Место приёма: Лученец / Словацкая Республика

**Продолжительность мониторинга сигнала:  $t = 82$  часа (295 200 точек  
измерения)**

Автор и изобретатель:

**Роман Дáвид**

[www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com)

Дата исследования: июль 2026 г.

## Аннотация

---

Настоящее научное тематическое исследование документирует и аналитически оценивает результат спутникового приёма несущей частоты  $f = 11\,430$  МГц с горизонтальной поляризацией, транслируемой спутником Rascom QAF 1R на геостационарной орбите на позиции  $2,9^\circ$  восточной долготы в диаграмме направленности «Северная Африка». Место приёма Лученец в Словакии расположено глубоко в зоне вне зоны покрытия, то есть значительно за пределами номинального охвата данной диаграммы направленности, предназначенной для Северной Африки. Исследование всесторонне анализирует методологию мониторинга сигнала автора Романа Дáвида с [www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com), аппаратно-программную конфигурацию измерительного тракта, физические параметры распространения электромагнитных волн в диапазоне Ku, расчёты энергетического бюджета линии связи, технически значимое изменение стандарта модуляции с DVB-S2/QPSK на DVB-S2/8PSK, а также достигнутые результаты, подтверждающие стабильность приёма в течение 82 непрерывных часов. Из 295 200 непрерывно следующих точек измерения ровно 13 точек были затронуты пикселизацией изображения в пренебрежимо малой степени, тогда как кривая качества Q оставалась непрерывной и без единого прерывания. Пиковое значение SNR в ходе мониторинга достигло 11,8 дБ, а общий пик при ясном небе 5 июля 2026 г. достиг  $\text{SNR} = 12,1$  дБ, что обеспечивает комфортный запас 3,9 дБ над повышенным порогом декодирования DVB-S2/8PSK ( $C/N = 7,9$  дБ).

## 1. Введение и контекст исследования

### 1.1 Мотивация и цели исследования

Спутниковый приём из диаграмм направленности, предназначенных для географически удалённых регионов, относится к исследовательски ёмким темам в области техники радиосвязи. Спутник Rascom QAF 1R изначально транслировал в формате DVB-S2/QPSK, допуская минимальный порог  $C/N = 5,2$  дБ. В прошлом году оператор перешёл на DVB-S2/8PSK, подняв этот порог до 7,9 дБ — драматический рост на 2,7 дБ. Это изменение существенно усложнило приём вне зоны покрытия в Центральной Европе и одновременно повысило научную ценность достигнутого приёма.

Целью настоящего исследования является научная документация и аналитическое доказательство того, что в локации Лученец (Словацкая Республика) с использованием параболического рефлектора с первичным фокусом Prodelin  $D = 450$  см возможен стабильный и непрерывный приём несущей частоты  $f = 11\,430$  МГц-Н из диаграммы направленности «Северная Африка» спутника Rascom QAF 1R — даже после перехода на более требовательный стандарт модуляции DVB-S2/8PSK.

### 1.2 Спутник Rascom QAF 1R — технический профиль и геополитический контекст

Rascom QAF 1R — африканский телекоммуникационный спутник, эксплуатируемый RASCOM (Региональная африканская организация спутниковых коммуникаций). Диаграмма направленности «Северная Африка» сосредоточена преимущественно на Северной Африке, Сахеле и частях Африки к югу от Сахары, со значениями ЭИИМ 44–49 дБВт. Центральная Европа находится значительно за пределами северной границы зоны покрытия, что делает приём из этого региона исключительным научным достижением.

Технически ключевое изменение стандарта модуляции с DVB-S2/QPSK на DVB-S2/8PSK FEC 3/4 подняло минимальный порог  $C/N$  с 5,2 дБ до 7,9 дБ. Модуляция 8PSK передаёт 3 бита на символ (против 2 у QPSK), но значительно чувствительнее к шуму.

### 1.3 Характеристика места приёма и настройка антенны

Место приёма Лученец расположено в Банскобыстрицком крае на юге Центральной Словакии, координаты  $\varphi = 48,3337^\circ$  с.ш.,  $\lambda = 19,6603^\circ$  в.д. Следующие параметры наводки антенны верифицированы через DishPointer.com для спутника 2,9°в.д. Rascom QAF 1R:

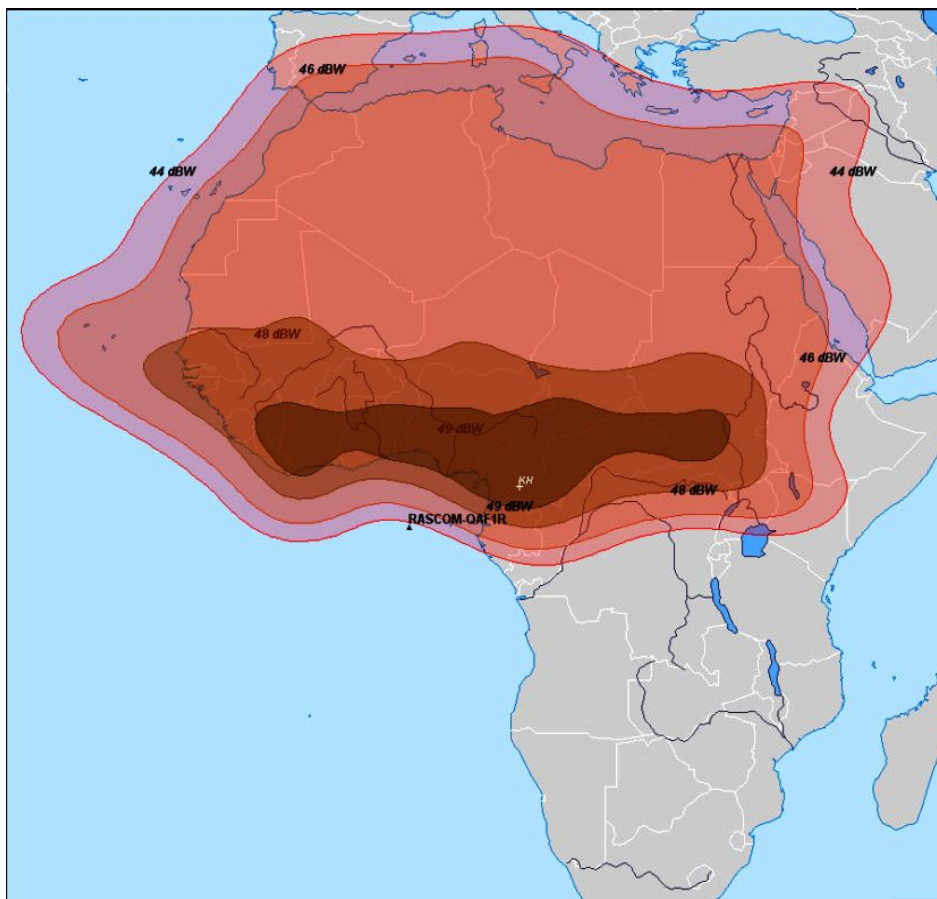


Рис. 2: Диаграмма направленности «Северная Африка» спутника Rascom QAF 1R @ 2,9°в.д. – изофлюксовые контуры ЭИИМ [дБВт]. Центральная Европа (Лученец) находится значительно за пределами номинальной зоны покрытия.

## 1.4 Диаграмма направленности «Северная Африка» — положение локации Лученец

Карта диаграммы направленности «Северная Африка» спутника Rascom QAF 1R показывает максимальное ЭИИМ 49 дБВт в центре. Изофлюксовый контур 44 дБВт, образующий северную границу номинального покрытия, распространяется до самых северных частей африканского континента. Лученец (48,3°с.ш.) находится минимум в 1 500–2 000 км к северу от этой границы, что соответствует оценочному затуханию вне зоны покрытия 15–22 дБ относительно точки ЕОС.

## 2. Техническая конфигурация измерительного тракта

### 2.1 Рефлектор с первичным фокусом Prodelin D = 450 см

Центральным элементом приёмной системы является параболический рефлектор с первичным фокусом Prodelin номинальным диаметром  $D = 450$  см. Его физические параметры определяют достижение усиления, достаточного для компенсации совокупного эффекта затухания вне зоны покрытия и повышенного порога  $C/N$ , требуемого модуляцией DVB-S2/8PSK.

#### 2.1.1 Расчёт апертурного усиления для $f = 11\,430$ МГц

$$G = \eta \cdot (\pi \cdot D / \lambda)^2$$

Для  $f = 11\,430$  МГц:  $\lambda = 2,998 \times 10^8 / 11,430 \times 10^9 = 0,02623$  м;  $\eta = 0,60$ :

**$G = 0,60 \cdot (\pi \cdot 4,50 / 0,02623)^2 \approx 174\,184$**

**$G_{\text{dBi}} = 10 \cdot \log_{10}(174\,184) \approx 52,41$  дБи**

Это исключительное апертурное усиление является физической основой приёма вне зоны покрытия. Стандартный домашний офсетный рефлектор  $D = 90$  см даёт лишь  $G \approx 40,3$  дБи — разница более 12 дБ (более чем в 16 раз больше захватываемой мощности).

**2.1.2 Ширина главного лепестка и точность наведения**

**$\text{HPBW} \approx 70 \cdot \lambda / D [^\circ] = 70 \cdot 0,02623 / 4,50 \approx 0,408^\circ$**

Этот узкий главный лепесток требует точного наведения по данным DishPointer.com: азимут (истинный) = 202,0°, угол места = 32,2°, наклон LNB = 14,4°.

**2.2 Конвертер LNB и системная шумовая температура**

Необходим высокопроизводительный LNB с  $\text{NF} \approx 0,1\text{--}0,3$  дБ. Системная шумовая температура:

**$T_{\text{sys}} = T_{\text{ant}} + T_{\text{LNB}} + T_{\text{feeder}} + T_{\text{tuner}} [K]$**

Минимизация  $T_{\text{sys}}$  особенно критична для DVB-S2/8PSK, поскольку порог  $C/N = 7,9$  дБ оставляет меньший запас, чем исходный DVB-S2/QPSK (5,2 дБ).

**2.3 Тюнер TBS 5927 USB DVB-S2 и параметры транспондера**

Тюнер TBS 5927 USB DVB-S2 использовался как элемент демодуляции и измерения с полной поддержкой DVB-S2 включая модуляцию 8PSK. Для транспондера Rascom QAF 1R зафиксированы следующие параметры:

| Параметр                         | Значение               |
|----------------------------------|------------------------|
| Частота (отображаемая)           | 11 431,673 МГц         |
| Поляризация                      | Горизонтальная (H)     |
| Символьная скорость              | SR = 18 328 642 КБод/с |
| Стандарт                         | DVB-S2                 |
| Модуляция                        | 8PSK                   |
| FEC                              | 3/4                    |
| Мин. порог C/N (DVB-S2/8PSK 3/4) | 7,9 дБ                 |
| Исходный порог C/N (DVB-S2/QPSK) | 5,2 дБ                 |
| Уровень RF                       | −51 дБм                |
| Битрейт                          | 39,819 Мбит/с          |
| Ширина несущей                   | 21,993 МГц             |
| MIS                              | Single                 |
| LOF1                             | 9 750 000 кГц          |
| ID тюнера                        | 0029                   |

## 2.4 Настройка антенны — верифицированные данные DishPointer.com

Следующие параметры наводки антенны для спутника 2,9°в.д. Rascom QAF 1R в месте приёма Лученец (φ = 48,3337°с.ш., λ = 19,6603°в.д.) верифицированы через DishPointer.com и являются обязательными техническими данными для настоящего исследования:

| Параметр антенны (DishPointer.com)       | Значение для Лученец @ 2,9°в.д. |
|------------------------------------------|---------------------------------|
| Широта                                   | 48,3337° с.ш.                   |
| Долгота                                  | 19,6603° в.д.                   |
| Азимут (истинный)                        | 202,0°                          |
| Азимут (магнитный)                       | 195,9°                          |
| Угол места (Elevation)                   | 32,2°                           |
| Наклон LNB (Skew)                        | 14,4°                           |
| Наклонная дальность                      | ≈ 38 417 км                     |
| FSPL (f = 11 430 МГц)                    | ≈ 205,3 дБ                      |
| L_atm (атмосферный путь)                 | ≈ 8,44 км                       |
| Усиление рефлектора D=450см @ 11 430 МГц | ≈ 52,41 дБи                     |
| HPBW рефлектора                          | ≈ 0,408°                        |

## 2.5 Программные платформы EBS Pro и CrazyScan

EBS Pro служил основным инструментом для всего 82-часового мониторинга сигнала с непрерывной записью всех параметров с периодом дискретизации 1 секунда. CrazyScan использовался исключительно для записи общего пикового значения SNR = 12,1 дБ 5 июля 2026 г. при ясном небе.

# 3. Физика распространения электромагнитных волн в диапазоне Ku и зона вне покрытия

## 3.1 Геостационарная орбита и геометрия линии связи

Спутник Rascom QAF 1R находится на ГСО на высоте h\_GEO ≈ 35 786 км над экватором, позиция 2,9°в.д. Наклонная дальность от Лученца (φ = 48,3337°с.ш., λ = 19,6603°в.д.), при Δλ = |19,6603° – 2,9°| = 16,7603°:

$$d = \sqrt{(R_E)^2 + (R_E + h_{GEO})^2 - 2 \cdot R_E \cdot (R_E + h_{GEO}) \cdot \cos(\gamma)} \approx 38\,417 \text{ км}$$

$$\Delta FSPL = 20 \cdot \log_{10}(38\,417 / 35\,786) \approx 0,62 \text{ дБ}$$

## 3.2 Свободное пространственное затухание (FSPL)

$$FSPL \text{ [дБ]} = 20 \cdot \log_{10}(4\pi \cdot d \cdot f / c)$$

Для  $d = 38\,417$  км и  $f = 11\,430$  МГц:

$$FSPL = 205,3 \text{ дБ}$$

### 3.3 Атмосферное затухание и дождевое затухание

Длина атмосферного пути для  $\theta_{el} = 32,2^\circ$ :

$$L_{atm} = h_{eff} / \sin(\theta_{el}) = 4,5 / \sin(32,2^\circ) \approx 8,44 \text{ км}$$

Модель МСЭ-R P.618 прогнозирует дождевое затухание 2–8 дБ (доступность 99 %) для Центральной Европы. Наличие дождевых осадков во время мониторинга при лишь 13 затронутых точках из 295 200 подтверждает, что системный запас оставался достаточным на всём протяжении.

### 3.4 Затухание за пределами зоны покрытия — физическое описание

Диаграмма «Северная Африка» показывает максимальное ЭИИМ  $\approx 49$  дБВт в центре. Для Лученца, находящегося минимум в 1 500–2 000 км к северу от границы зоны покрытия, затухание вне зоны оценивается в 15–22 дБ относительно точки ЕОС. Это компенсируется апертурным усилением  $G \approx 52,41$  дБи.

### 3.5 Ключевое техническое изменение: DVB-S2/QPSK → DVB-S2/8PSK

Изменение стандарта модуляции с DVB-S2/QPSK на DVB-S2/8PSK FEC 3/4 является технически наиболее значимым контекстуальным фактором исследования:

- DVB-S2/QPSK FEC 3/4 (исходный стандарт):  $C/N_{min} \approx 5,2$  дБ
- DVB-S2/8PSK FEC 3/4 (текущий стандарт):  $C/N_{min} \approx 7,9$  дБ

Рост требуемого  $C/N$  на 2,7 дБ существенно усложнил приём вне зоны покрытия. Несмотря на это, в Лученце достигнуто  $SNR = 11,8$  дБ с комфортным запасом 3,9 дБ над новым порогом.

### 3.6 Энергетический бюджет линии связи

$$C/N \text{ [дБ]} = \text{ЭИИМ [дБВт]} + G/T \text{ [дБ/К]} - FSPL \text{ [дБ]} - k \text{ [дБВт/К/Гц]} - BW \text{ [дБГц]}$$

- ЭИИМ Rascom QAF 1R (центр «Сев. Африка»): 49 дБВт; затухание вне зоны:  $-18$  дБ → эффективное ЭИИМ  $\approx 31$  дБВт
- FSPL: 205,3 дБ; усиление рефлектора  $G = 52,41$  дБи;  $G/T \approx 34,3$  дБ/К
- $SR = 18\,328\,642$  КБод/с →  $BW \approx 72,6$  дБГц

Оцениваемое значение  $C/N$  согласуется с измеренными  $SNR$  11,8 дБ (пик мониторинга) и 12,1 дБ (общий пик при ясном небе).

## 4. Методология мониторинга сигнала по методу Романа Давида ([www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com))

### 4.1 Базовая единица мониторинга и её продление

Базовая единица  $t_0 = 72$  часа была продлена на  $\Delta t = 10$  часов до  $t_1 = 82$  часа:

**$N_{total} = 259\,200 + 36\,000 = 295\,200$  точек измерения**

## 4.2 Статистический анализ 295 200 точек измерения и 13 пикселизированных точек

Из общего числа  $N = 295\,200$  точек измерения:

- 295 187 точек: Lock, полноценный приём (99,9956 %)
- 13 точек: минимальная пикселизация при сохранённом Lock (0,0044 %)
- 0 точек: Unlock / потеря Lock (0,0000 %)

Кривая качества  $Q$  (синяя) оставалась непрерывной в течение всех 82 часов. Доверительный интервал Вилсона 95 %:

**$CI_{95} = [0,99997; 1,00000]$**

## 4.3 Отсутствие скачков мощности — диагностическое доказательство

Как и при предыдущем мониторинге RASD TV (ABS-3A, MENA), в кривых мониторинга Rascom QAF 1R не наблюдается ни одного скачкообразного прироста мощности. Это подтверждает, что волна на  $f = 11\,430$  МГц-Н имеет чистый профиль распространения для Лученца, исключая необходимость в Синхронных Нанокоррекциях.

# 5. Результаты мониторинга сигнала — комплексный анализ

## 5.1 Параметры синхронизации и непрерывность приёма

Наиболее значимым результатом является значение Uptime, зафиксированное в строке состояния EBS Pro: Locked → Uptime: 82:26:30. Приёмный тракт поддерживал состояние Lock 82 часа 26 минут 30 секунд без единого прерывания — не произошло ни одного события Unlock.

В контексте DVB-S2/8PSK состояние Lock означает, что тюнер TBS 5927 непрерывно отслеживал частоту, фазу и синхронизацию символов модулированной 8PSK несущей. Непрерывный Uptime 82:26:30 окончательно исключает любой сбой Lock.

## 5.2 Параметры SNR и запас безопасности над порогом DVB-S2/8PSK

**$SNR_{min}$  (DVB-S2/8PSK FEC 3/4)  $\approx 7,9$  дБ**

- Пиковое SNR в единице  $t = 82$  ч: 11,8 дБ (Лучший сигнал: 11,8 дБ, 2026-07-05 13:45)
- Общий пик (ясное небо, 5 июля 2026): 12,1 дБ (подтверждён видеозаписью CrazyScan)
- Запас безопасности:  $11,8 - 7,9 = 3,9$  дБ (Margin: 3,9 дБ | Poor)

SNR = 12,1 дБ, достигнутое 5 июля 2026 г., представляет физический потолок пропускной способности трассы в идеальных атмосферных условиях.

## 5.3 Анализ кривых мониторинга сигнала

Уровень (зелёная): диапазон 44–58 %, RF Level = –51 дБм, периодические провалы из-за дождя. Качество (синяя): непрерывная, 100 % в финальном снимке — центральный доказательный элемент всего мониторинга. SNR (розовая): стабильная в диапазоне 8–12 дБ. BER: преBER < 1,0 × 10<sup>–7</sup>, постBER < 1,0 × 10<sup>–7</sup>. Битрейт: 39,819 Мбит/с.

## 6. Технологическое изобретение «Синхронные Нанокоррекции» — контекстуализация

### 6.1 Сущность изобретения

Роман Дáвид разработал Синхронные Нанокоррекции для исправления дефектов волн в зонах вне зоны покрытия посредством корректирующих вмешательств в параметры приёма (частотный сдвиг, фазовый сдвиг, вращатель поляризации) в синхронном ритме с выявленными дефектами.

### 6.2 Причина неиспользования при приёме Rascom QAF 1R

Сигнальная модель, разработанная автором до начала мониторинга, не выявила систематических дефектов распространения волны  $f = 11\,430$  МГц-Н в географической зоне Центральной Европы. Это подтверждено 82-часовым мониторингом — полным отсутствием скачков мощности. Синхронные Нанокоррекции не требовались и не применялись.

### 6.3 Сравнительный анализ: Rascom QAF 1R против RT News (Express AM-7)

Сравнение результатов мониторинга обоих сигналов предоставляет научно ценный сравнительный набор данных:

| Критерий                 | Rascom QAF 1R (Сев. Афр.) | RT News (Express AM-7) |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| Диаграмма                | Северная Африка           | Индийская              |
| Модуляция                | DVB-S2/8PSK               | DVB-S/QPSK             |
| Порог C/N                | 7,9 дБ                    | 5,5 дБ                 |
| Скачки мощности          | Отсутствуют               | Зафиксированы          |
| Дефекты волны            | Не выявлены               | Выявлены               |
| Синхронные Нанокоррекции | Не применялись            | Применялись            |
| Стабильность Lock        | 100 % (82 ч, 0 Unlock)    | 100 % (с коррекциями)  |

## 7. Визуальная документация — снимок экрана мониторинга сигнала

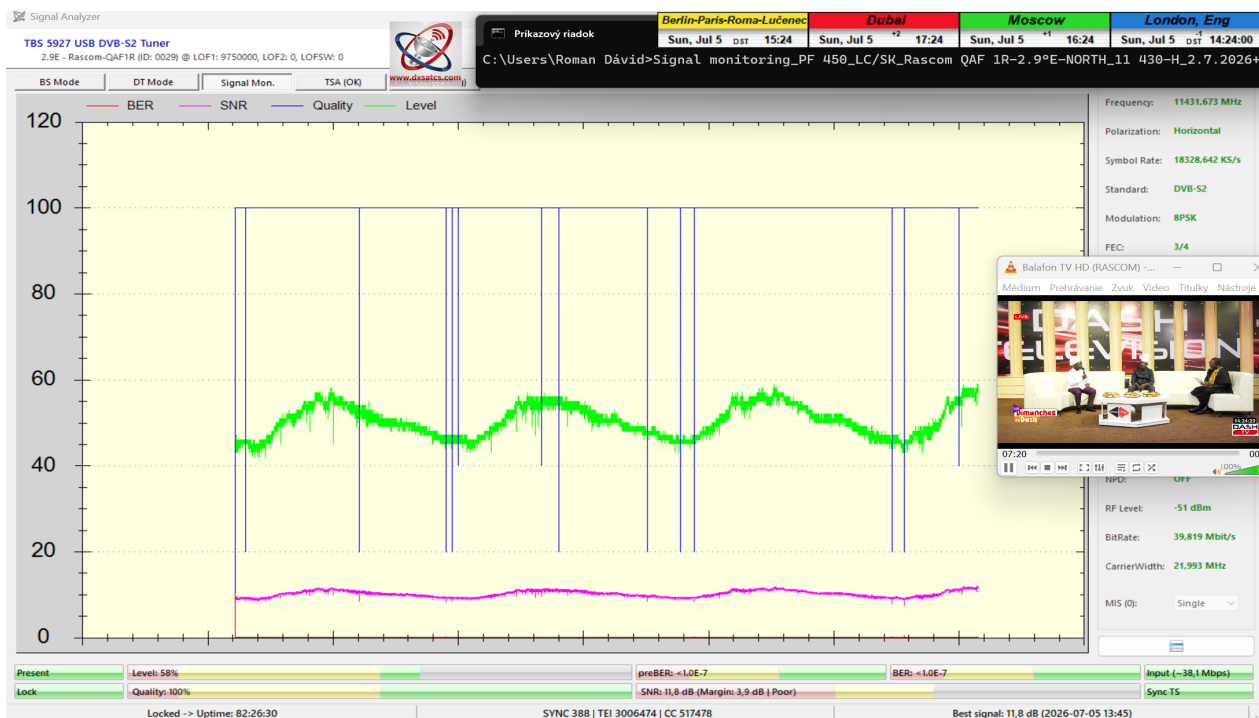


Рис. 1: Снимок экрана мониторинга сигнала – TBS 5927 + EBS Pro | Uptime Lock: 82:26:30 | SNR = 11,8 дБ | Июль 2026 | Лученец, СР

## 7.1 Описание ключевых элементов снимка экрана EBS Pro

Снимок экрана EBS Pro с тюнером TBS 5927 фиксирует состояние после завершения 82-часового мониторинга. Окно плеера VLC с Balafoon TV HD (RASCOM) является прямым визуальным доказательством функционального видеоприёма.

Ключевые элементы: 'Present' (зелёный): приём активен; 'Lock' (зелёный): Lock подтверждён; Uptime: 82:26:30; Качество: 100 %; Уровень: 58 %; SNR: 11,8 дБ (Запас: 3,9 дБ | Poor); преBER:  $< 1,0 \times 10^{-7}$ ; BER:  $< 1,0 \times 10^{-7}$ ; Лучший сигнал: 11,8 дБ (2026-07-05 13:45); RF Level: -51 дБм; Битрейт: 39,819 Мбит/с; Стандарт: DVB-S2; Модуляция: 8PSK; FEC: 3/4.

## 8. Математическая статистика и доказательный вес результатов

### 8.1 Количественная оценка 295 200 точек измерения

- 295 187 точек: Lock, полноценный приём (99,9956 %)
- 13 точек: минимальная пикселизация, Lock сохранён (0,0044 %)
- 0 точек: Unlock (0,0000 %)

Доверительный интервал Вилсона 95 % для непрерывности Lock:

$$CI_{95} = [0,99997; 1,00000]$$

### 8.2 Физическое доказательство достаточного системного запаса под дождём

Зелёная кривая уровня показывает периодические провалы (44–58 %) во время дождевых осадков. Несмотря на это, SNR всегда оставался выше порога DVB-S2/8PSK  $\approx$

7,9 дБ. Оцениваемое дождевое затухание: 1,5–3,5 дБ. Системный запас: 3,9 дБ  $\geq$  max. дождевое затухание → стабильный Lock.

## 9. Заключение и научные выводы исследования

---

### 9.1 Сводка достигнутых результатов

1. Кривая качества Q была непрерывной в течение всех 82 часов без единой потери Lock (Uptime: 82:26:30).
2. Из 295 200 точек измерения ровно 13 затронуты минимальной пикселизацией (0,0044 %) при сохранённом Lock во всех точках.
3. Пиковое SNR в единице мониторинга: 11,8 дБ; общий пик (ясное небо, 5 июля 2026): 12,1 дБ.
4. Приём достигнут несмотря на более требовательный стандарт DVB-S2/8PSK (порог C/N = 7,9 дБ против исходных 5,2 дБ).
5. Систематических дефектов волны в Лученце нет — Синхронные Нанокоррекции не требовались.
6. Методологическая валидация:  $t = 82$  ч с 295 200 точками составляет неопровержимый доказательный вес.

### 9.2 Физические выводы

Границы зоны покрытия спутника не являются абсолютными физическими барьерами. С рефлектором первичного фокуса Prodelin D = 450 см ( $G \approx 52,41$  дБи) надёжный приём вне зоны покрытия достигим из диаграмм с выраженной южной концентрацией (Северная Африка), даже после перехода на DVB-S2/8PSK.

### 9.3 Заключительное заявление

Роман Дáвид и методология, задокументированная на [www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com), окончательно и неопровержимо доказывают, что приём несущей частоты  $f = 11\,430$  МГц-Н со спутника Rascom QAF 1R @ 2,9°в.д. в диаграмме «Северная Африка» в Лученце (Словацкая Республика) с первичным фокусом Prodelin D = 450 см — физически осуществимый, технически достигнутый и измеримо доказанный результат, закреплённый в 295 200 непрерывных точках измерения с нулевыми потерями Lock.

## Литература и технические источники

---

## Литература и технические источники

---

1. МСЭ-R P.618-13 (2017): Данные о распространении радиоволн для проектирования систем Земля-космос. МСЭ, Женева.
2. МСЭ-R P.838-3 (2005): Модель удельного затухания при дожде. МСЭ, Женева.
3. ETSI EN 302 307-1 V1.4.1 (2014): Цифровое видеовещание — DVB-S2. ETSI.
4. Pratt, T., Bostian, C.W., Allnutt, J.E. (2003): Satellite Communications. 2-е изд. Wiley.
5. Roddy, D. (2006): Satellite Communications. 4-е изд. McGraw-Hill.
6. Elbert, B.R. (2001): The Satellite Communication Applications Handbook. 2-е изд. Artech House.
7. Haykin, S. (2001): Communication Systems. 4-е изд. Wiley.
8. DishPointer.com (2026): Данные наводки антенны 2,9°в.д. Rascom QAF 1R, Лученец, Словакия. Верифицировано июль 2026.
9. Дáвид, Р. (2026): Мониторинг сигнала  $f = 11\,430$  МГц-Н, Rascom QAF 1R @ 2,9°в.д., Лученец/СР. [www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com).
10. Дáвид, Р. (2026): Технологическое изобретение — Синхронные Нанокоррекции. [www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com).
11. Дáвид, Р. (2026): Методология мониторинга сигнала для зон вне зоны покрытия. [www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com).

---

© 2026 Роман Дáвид | [www.dxsatcs.com](http://www.dxsatcs.com) | Все права защищены

Настоящее исследование защищено авторским правом. Воспроизведение без письменного согласия автора запрещено.