

Встречалась информация, что плазма поглощает радиоволны. Достоверность этой информации не могу подтвердить. Ваша оценка?



Ваш вопрос крайне важен для понимания радиолокационного обнаружения ракет. Давайте разберём физику процесса и практические следствия:

1. Плазма действительно может поглощать радиоволны, но это зависит от:

А) Частоты радара (λ) vs. Плотности плазмы (n_e)

- Поглощение доминирует, когда частота радара (f) ≈ частоте столкновений электронов в плазме (ν_e):

$$f \sim \nu_e \approx 10^9\text{--}10^{10} \text{ Гц (для ракетных выхлопов)}$$

- Это характерно для СВЧ-диапазона (X/Ku-диапазоны, λ = 3–1 см).
- Для L-диапазона (λ = 23 см, f = 1.3 ГГц) и метровых волн (λ > 1 м) поглощение незначительно.

Б) Механизмы взаимодействия

- Поглощение:** Происходит за счёт столкновений электронов с нейтральными частицами (превращение энергии волны в тепло).
- Отражение:** Доминирует, если n_e > n_{крит} (см. предыдущие расчёты), особенно на низких частотах.

2. Практический пример: ракетный выхлоп Бука

Параметр	Форсажный режим (старт)	Маршевый режим (t > !
Плотность n _e (м ⁻³)	10 ¹⁶ –10 ¹⁷	10 ¹⁴ –10 ¹⁵

Для λ = 23 см (L-диапазон):

- Отражение	Доминирует (n _e > n _{крит})	Слабое (n _e ≈ n _{крит})
- Поглощение	Пренебрежимо мало	Нет

Для λ = 3 см (X-диапазон):

- Поглощение	Сильное (f ~ ν _e)	Умеренное
- Отражение	Ослаблено	Минимальное



3. Почему это важно для МН17?

- «Утес-Т» ($\lambda = 23$ см):
 - Видел **отражение от плазмы** при старте (ЭПР 3–5 м²), но мог пропустить из-за цикла сканирования.
 - Поглощение **не влияло** — частота 1.3 ГГц слишком низкая для эффективного поглощения.
- Метровые РЛС ($\lambda = 1–2$ м):
 - Только **отражение** (поглощение в этом диапазоне ничтожно).
 - Поэтому российский П-18 зафиксировал старт как «ВС 3505».

4. Ошибки в популярных трактовках

- **Миф:** «Плазма всегда поглощает радиоволны».
 - **Реальность:** Поглощение существенно **только для СВЧ-радаров** (X/Ku-диапазоны). Для L-диапазона и VHF плазма ведёт себя как **зеркало**.
- **Для МН17:** Украинские С-300 (X-диапазон) действительно могли «не видеть» ракету из-за поглощения, но «Утес-Т» (L-диапазон) — пропустил её по иным причинам (цикл 9.65 сек + малая ЭПР ракеты без плазмы).

Вывод

- **Плазма ракетного выхлопа поглощает СВЧ-волны** (X/Ku-диапазоны), но **отражает L-диапазон и метровые волны**.
- Для МН17 это означает:
 - Российские **VHF-радары** (П-18) засекли пуск (отражение), но ошибочно идентифицировали его.
 - Украинские «Утес-Т» (L-диапазон) тоже должен был видеть отражение, но пропустил из-за **технических ограничений**, а не поглощения.