

Radarowa detekcja wielkich pęków atmosferycznych

Jarosław Stasielak

Cel

Sprawdzenie możliwości detekcji wielkich pęków atmosferycznych za pomocą radaru.

Motywacja

Poszukiwanie metody detekcji wielkich pęków atmosferycznych

- **alternatywnej**
- **tańszej**
- **dającej możliwość ciągłej obserwacji.**

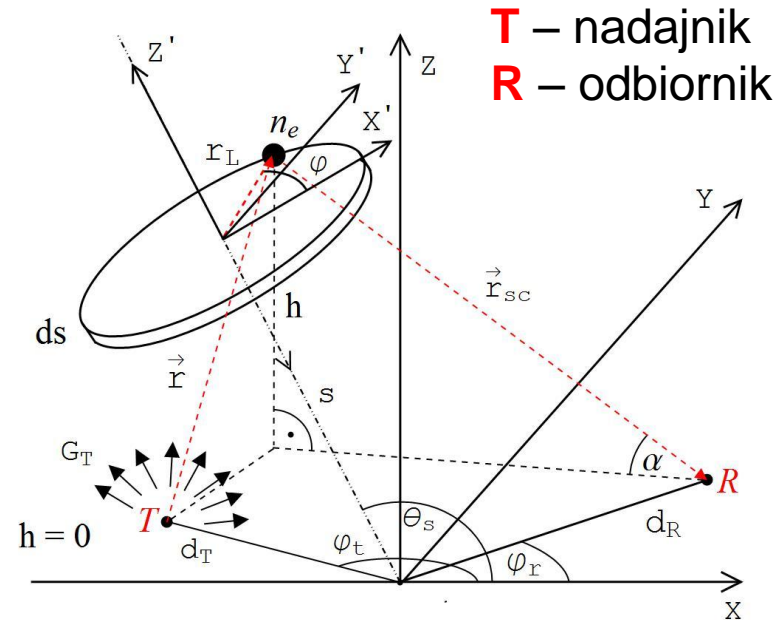
Co robimy w ramach tego projektu?

Symulujemy odbicia fali radarowej od statycznej plazmy wytworzonej w atmosferze w wyniku przejścia frontu wielkiego pęku.

- czas życia plazmy rzędu 10 ns
- plazma w spoczynku, front jonizacji porusza się z prędkością światła



- zmiana częstotliwości odbitego sygnału (efekt Dopplera)



Schemat detekcji

Otrzymujemy

- kształt sygnału echa radarowego, jego moc oraz częstotliwość.

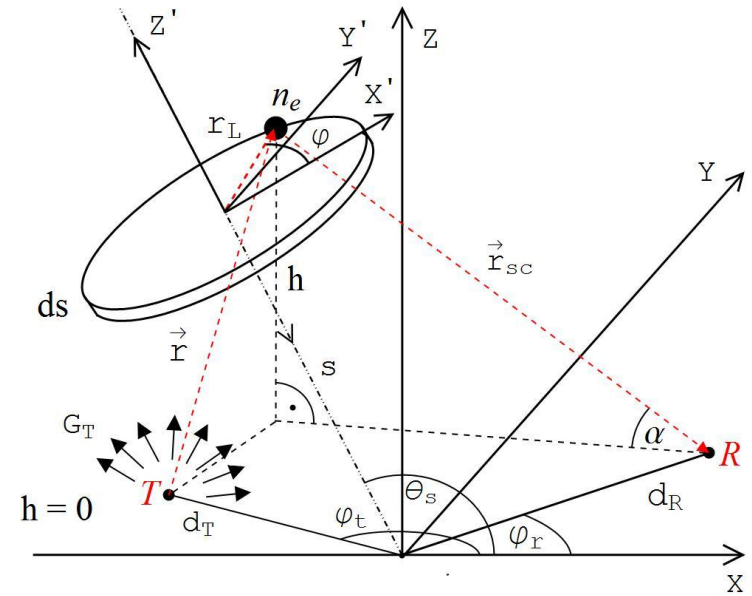
Na podstawie wyliczonego sygnału

- chcemy wyznaczyć optymalną geometrię detektora oraz optymalną częstotliwość radaru.

Echo radarowe

Sygnal rejestrowany przez odbiornik w danej chwili t powstaje w wyniku interferencji sygnałów odbitych w różnych chwilach przez różne obszary plazmy.

- Odbierany sygnał pochodzi z obszaru znacznie większego niż obszar samego dysku.



Kształt (Amplituda i częstotliwość) odbieranego sygnału w skomplikowany sposób zależy od:

- gęstości plazmy (od energii wielkiego pęku E)
- częstotliwości radaru ν_0
- geometrii detekcji (w szczególności od odległości odbiornika od osi pęku d_R).

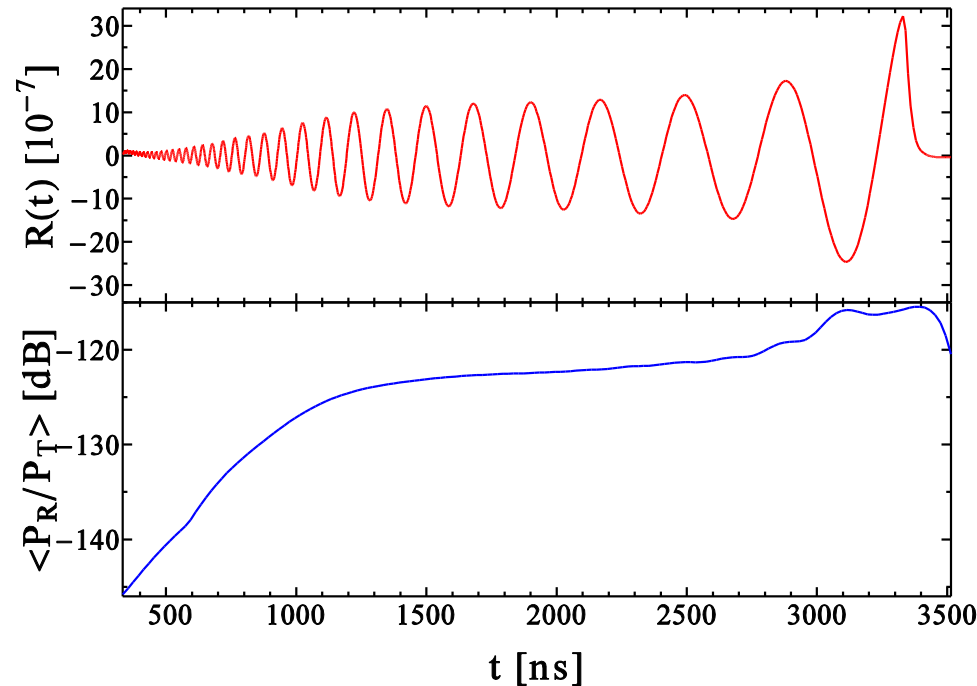
Przykłady typowych sygnałów

- **Kształt sygnału echa radarowego $R(t)$**
- **Stosunek mocy odbieranej do mocy emitowanej**

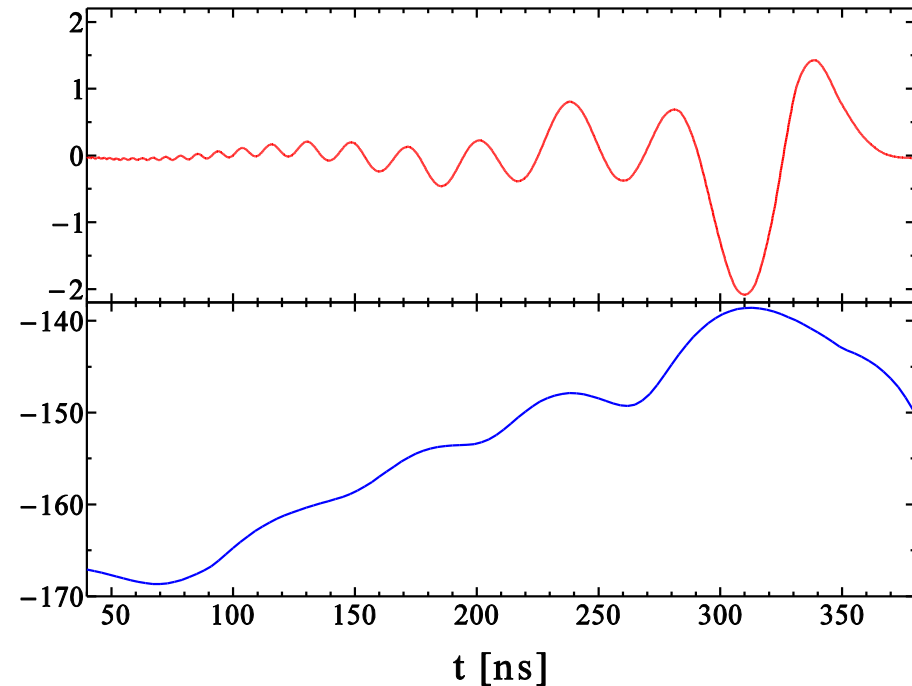
- Pęk dociera do ziemi w chwili $t=0$.

$$\langle P_R / P_T \rangle = \langle R^2(t) \rangle$$

$d_R=1000$ m $\nu_0=1$ MHz $E=10^{20}$ eV



$d_R=100$ m $\nu_0=8$ MHz $E=10^{18}$ eV

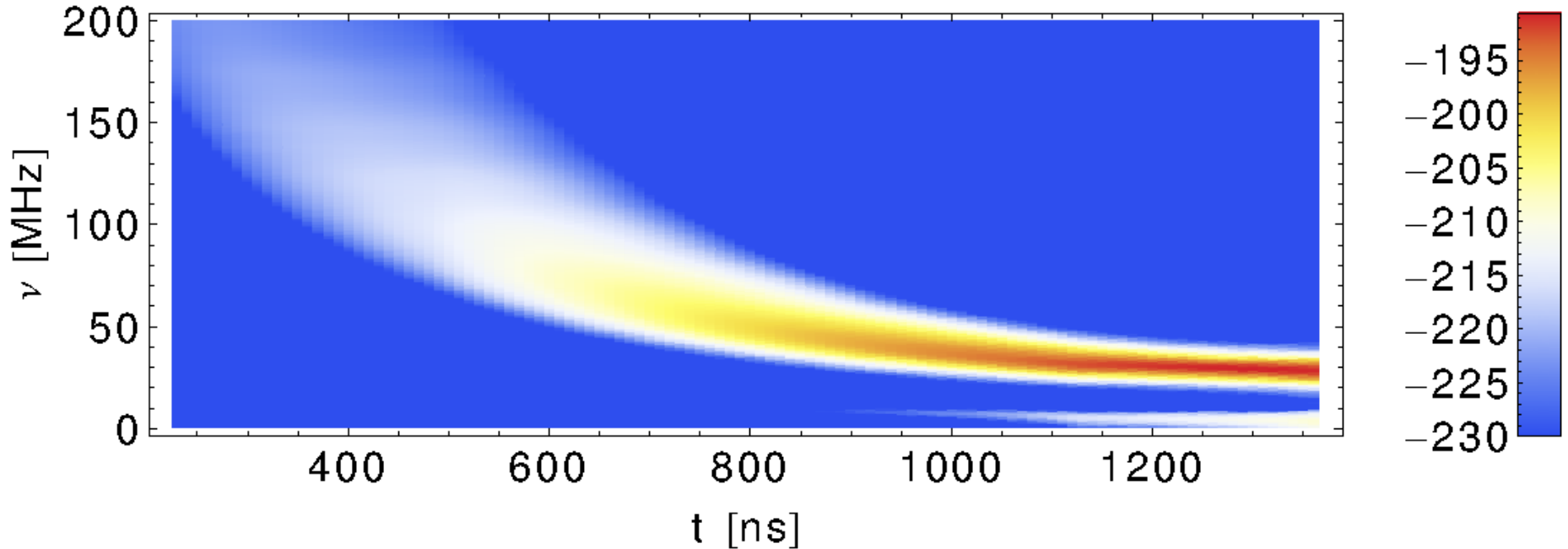


- **Odbierany sygnał ma zmienną amplitudę, częstotliwość i moc.**
- **Sygnał o mocy większej niż -130 dB powinien być obserwowalny.**

Typowy spektrogram echa radarowego

$$E = 10^{18} \text{ eV}, \nu_0 = 10 \text{ MHz}, d_R = 500 \text{ m}$$

$S(\nu)$ [dB/MHz]



- **Częstotliwość echa radarowego maleje w czasie.**
- **Typowy sygnał składa się z dwóch części:**
 - **Początkowego sygnału o wysokiej częstotliwości i niskiej amplitudzie**
 - **Sygnału o niskiej częstotliwości i dużej amplitudzie (możliwość detekcji)**

Produkcja i analiza danych w toku...