

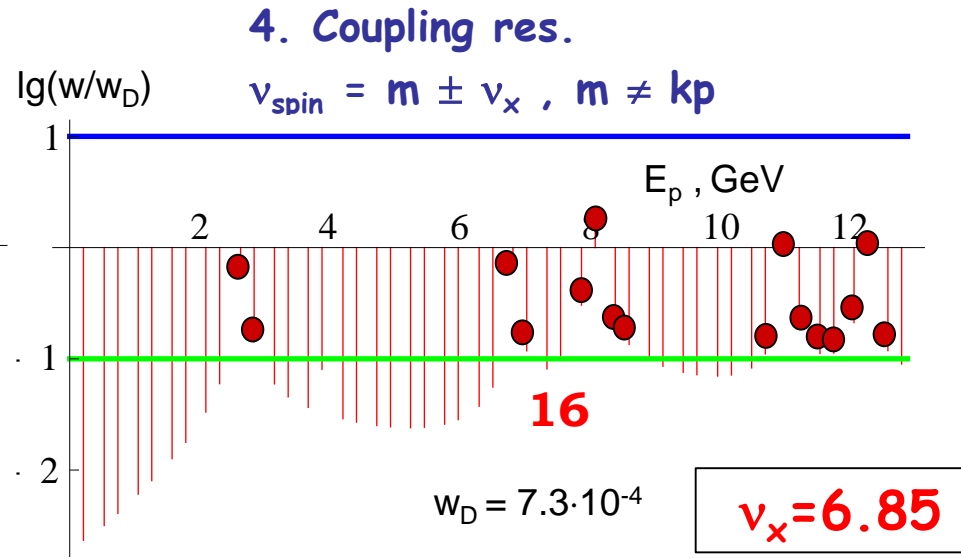
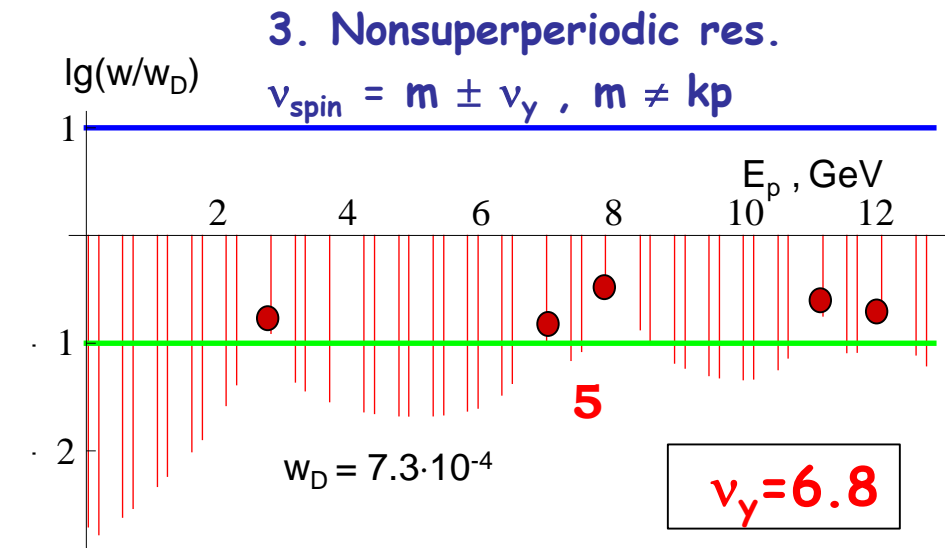
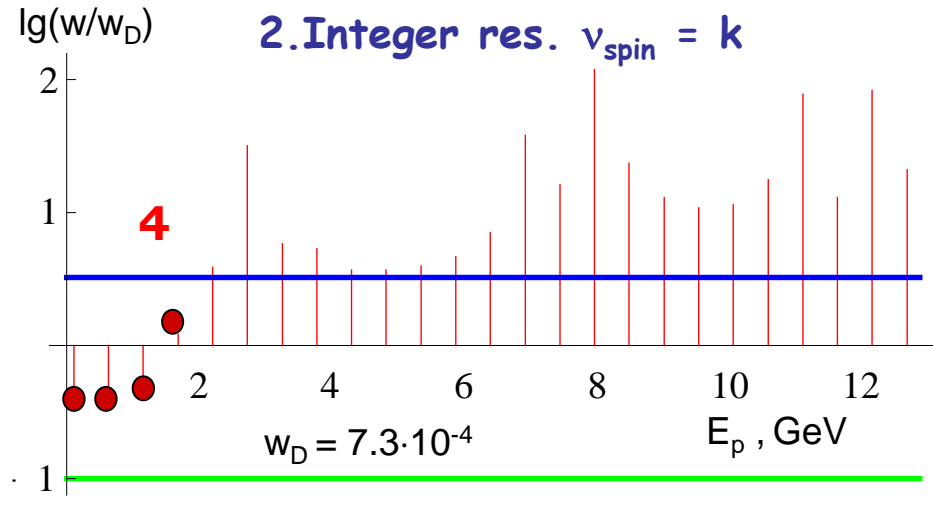
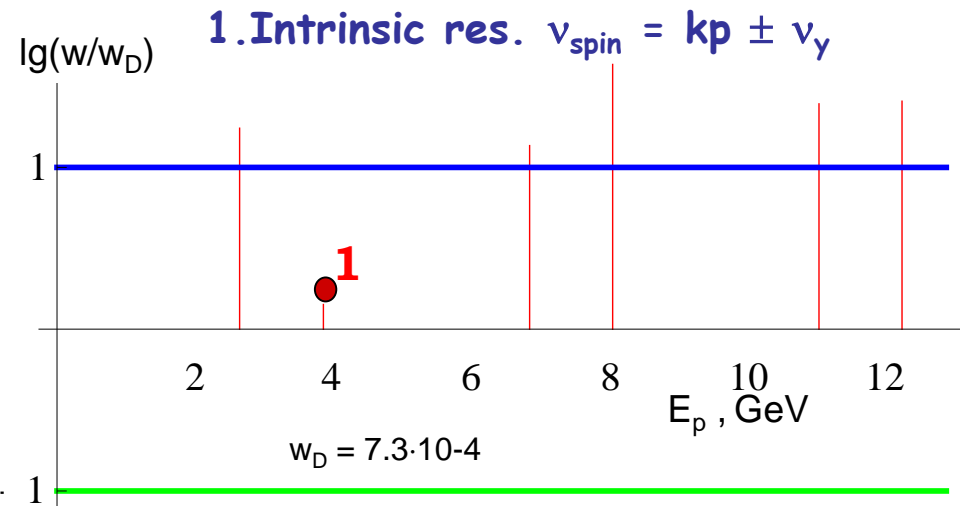
# **Сохранение поляризации протонов в Нуклотроне при ускорении до 3 ГэВ/с**

**Ю. Филатов, А. Кондратенко, М. Кондратенко  
МФТИ, Долгопрудный, НТЛ Заряд, Новосибирск**

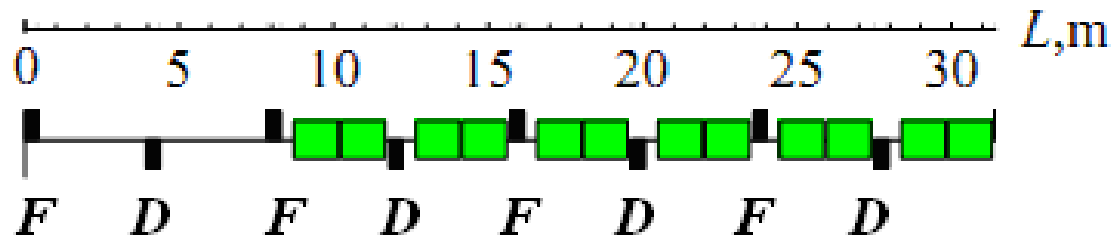
1. Спиновые резонансы в Нуклотроне
2. Частичная соленоидальная змейка
3. Сохранение поляризации протонов при ускорении до 3 ГэВ/с
4. Сохранение поляризации протонов при ускорении до 13.5 ГэВ/с
5. Обсуждение результатов и планов работ

# Proton's spin resonances at Nuclotron

Dangerous resonances are marked with red caps ● (dB/dt = 1 T/s)

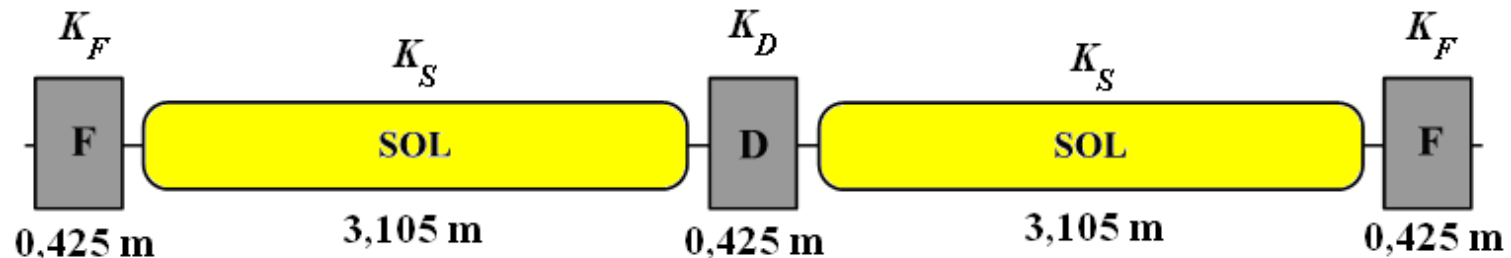


# Схема суперпериода в Нуклотроне



Бетатронные частоты определяются двумя семействами фокусирующих и дефокусирующих квадрупольей  $F$  и  $D$

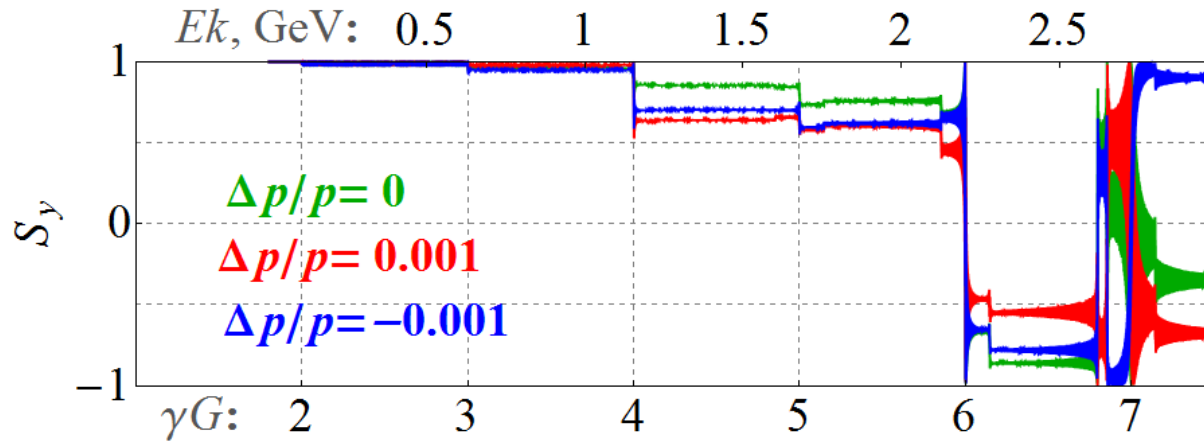
## Схема размещения соленоидальной змейки



Здесь  $K_F$ ,  $K_D$  – градиенты фокусирующих и дефокусирующих квадрупольей в единицах  $B\rho$ ,  $K_S$  – поле соленоида в единицах  $B\rho$ .

**50% змейка:**  $B_{sol} L = 11,2 \text{ Т}\cdot\text{м}$ ,  $B_{sol} = 1,8 \text{ Т}$  при импульсе пучка 6 GeV/c.

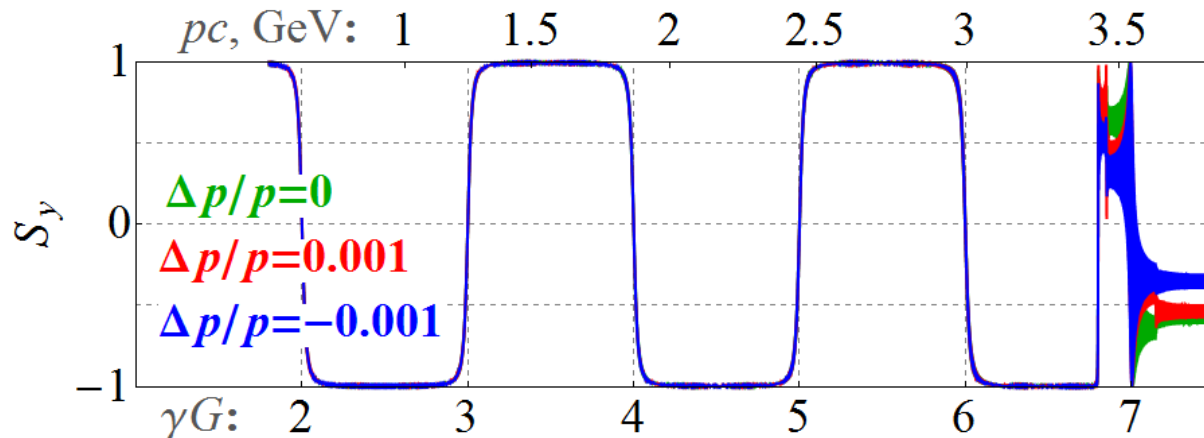
# Acceleration of Polarized Proton up to 3.4 GeV/c



The vertical proton spin components during acceleration of three protons with different momenta in the Nuclotron without partial snake

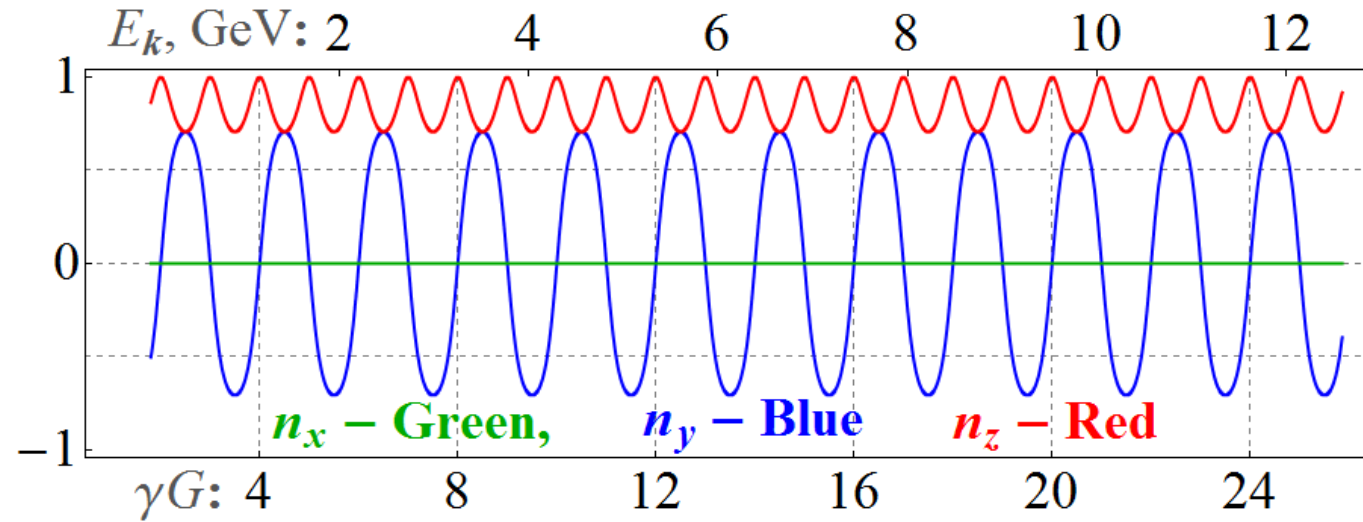
**Synchrotron oscillations have strong influence on the proton spin dynamics**

**To eliminate a series of integer resonances, it is sufficient to use a partial snake with a small field integral.**

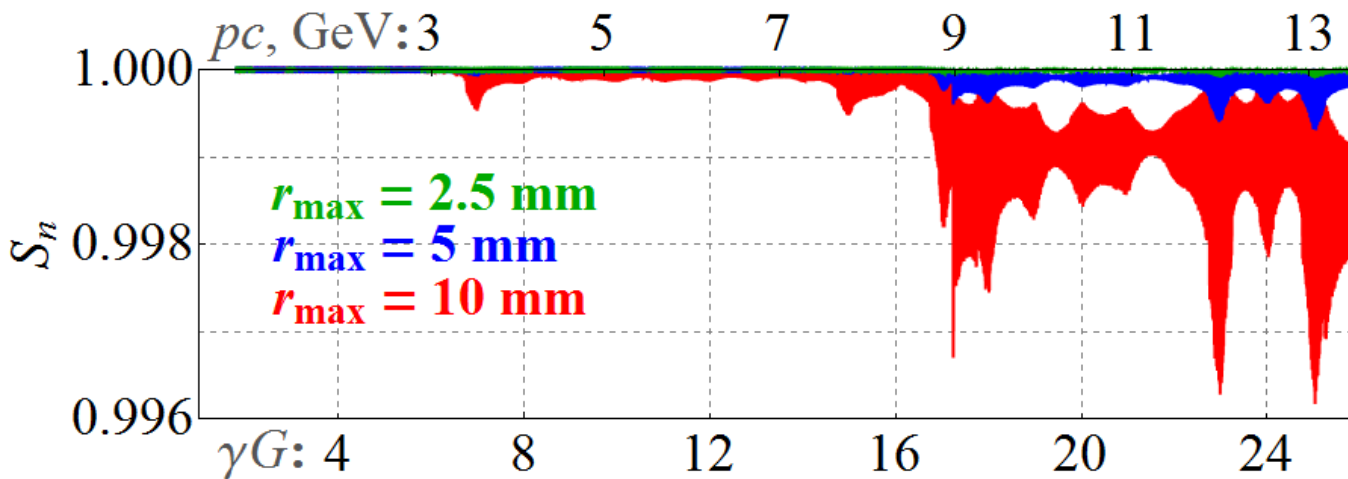


The 5% solenoid snake is required the solenoid field integral of **0.65 T·m** at the momentum of **3.4 GeV/c**.

# Acceleration of Polarized Proton up to 13.5 GeV/c



The  $\vec{n}$ -axis components at acceleration with the 50% solenoidal snake



The  $S_n = \vec{S} \cdot \vec{n}$  projections at acceleration of three protons with the 50% solenoidal snake

The requirement solenoid field integrals are of **25 Tm** for the **50% snake** and **12.5 Tm** for the **25% snake**

# Обсуждение результатов и планов работ. Нуклотрон до 3 ГэВ/с

5% -соленоидальная змейка (0.65 Т·м) решает проблему сохранения поляризации протонов при ускорении до 3.4 ГэВ ( $\nu_{nav} = 2.5 \cdot 10^{-2}$ ).

При детальном анализе интеграл продольного поля змейки можно уменьшить в несколько раз ( $\nu_{nav} = 5 \cdot 10^{-3} \div 10^{-2}$ ).

Необходимо исследовать **теоретически и экспериментально** возможность использования *существующих корректирующих диполей вместо соленоидов* для сохранения поляризации протонов при ускорении до 3 ГэВ/с. Альтернативный вариант – *метод прозрачного пересечения спиновых резонансов*.

Нуклотрон в диапазоне импульсов до 3 ГэВ/с позволит проводить эксперименты с поляризованными протонами на внутренней и внешней мишенях, а также инжектировать поляризованные протоны в коллайдер NICA.

# Обсуждение результатов и планов работ. Коллайдер NICA

50% -соленоидальные змейки (25 Т·м/ змейку) решают проблему сохранения поляризации протонов при ускорении до 13.5 ГэВ/с (Восемь 6Т-соленоидов на кольцо).

Необходимо исследовать возможность использования *четырёх* 6Т-соленоидов (25% -змейки) для сохранения поляризации протонов во всем диапазоне импульсов коллайдера NICA.

**Четыре 6Т-соленоида** позволят выполнять:

- эксперименты с поляризованными протонами в ST режиме на целых резонансах во всем диапазоне импульсов NICA.
- **высокоточные** эксперименты с поляризованными протонами (до 3. 2 ГэВ/с) и дейтронами (до 1 ГэВ/с) в ST режиме с **2-мя** змейками

**Высокоточное измерение G-фактора дейтронов**



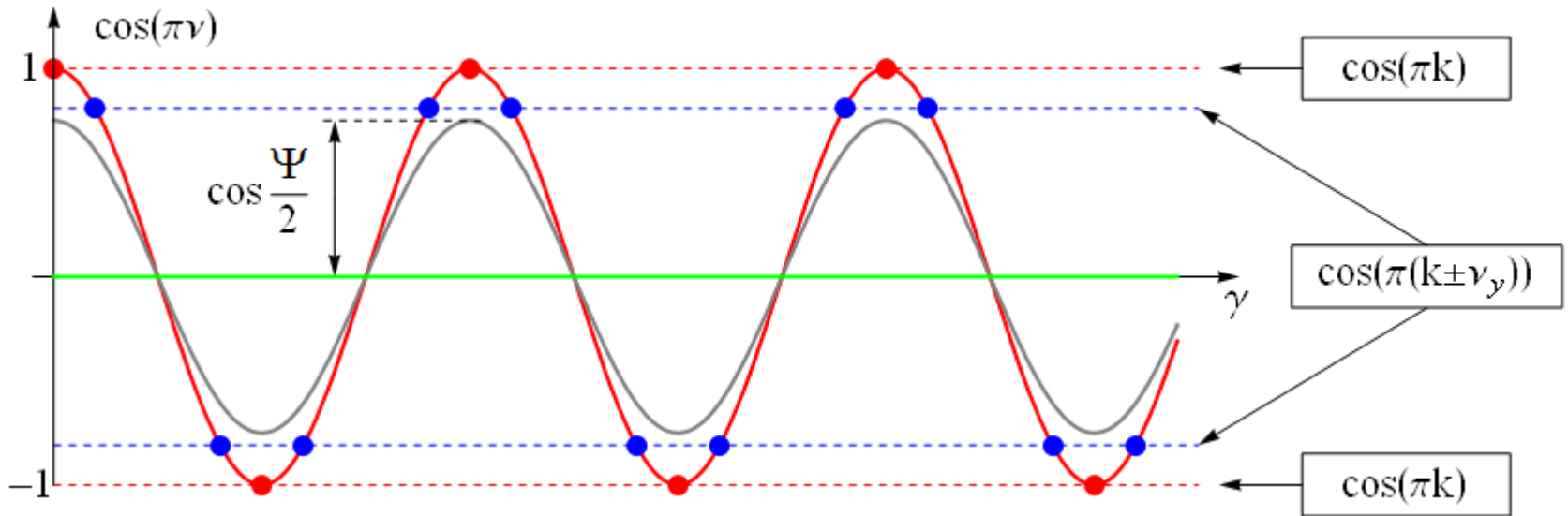


**Thank you for your attention!**

# Частичная змейка

Спиновая частота в ускорителе с частичной змейкой

$$\cos(\pi\nu) = \cos(\pi\gamma G) \cos \frac{\Psi}{2}, \quad \Psi = (1+G) \frac{B_{\parallel} L}{B\rho}$$



Целые резонансы исключаются,

если  $\cos \Psi < \cos 2\pi w_k$

Внутренние резонансы исключаются,

если  $\cos \Psi < \cos 2\pi\nu_{1,2}$

Полная змейка исключает все спиновые резонансы:  $\Psi = \pi$