

ОТЧЁТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Методы моделирования плотности возбужденных состояний атомных ядер

Студент

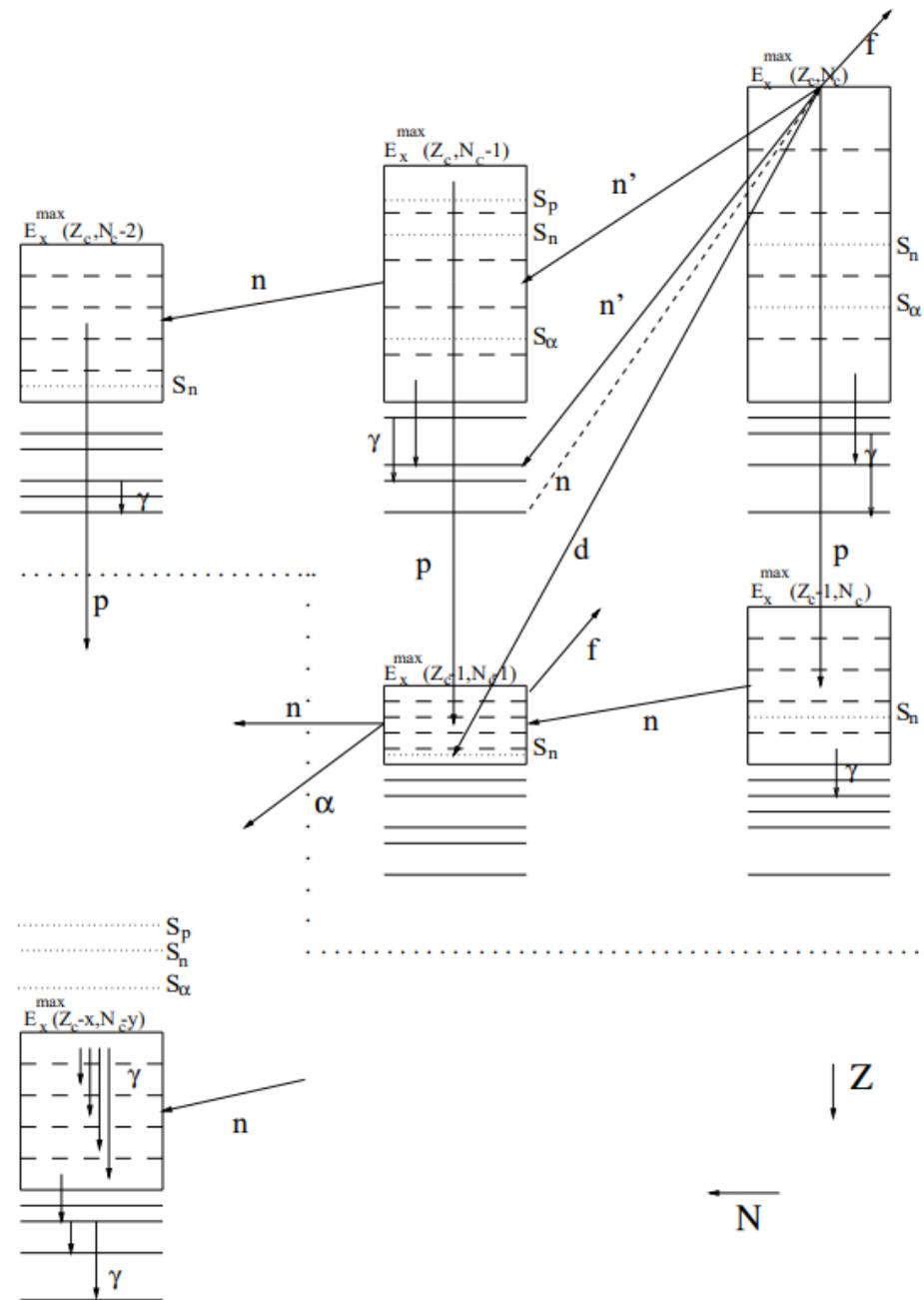
Л. Е. Трофимов

Научный руководитель
д.ф-м.н., проф.

А. Л. Барабанов

Подходы к вычислению плотности состояний:

1. Метод ферми-газа.
2. Комбинаторный расчёт.



Плотность многочастичных состояний. Модель ферми-газа

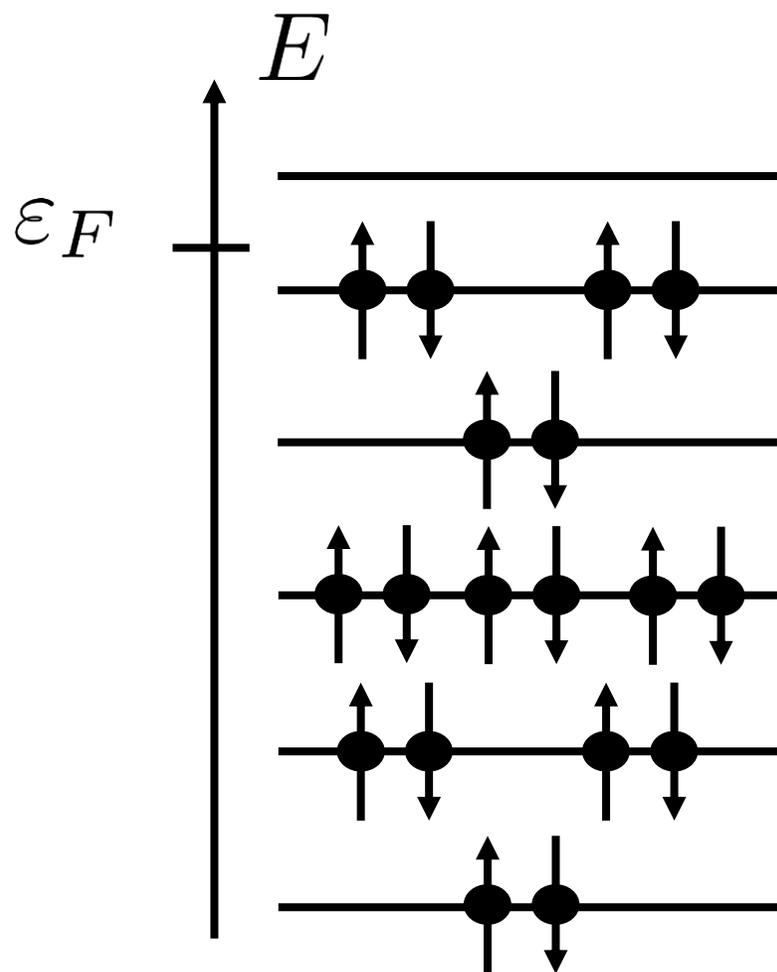
$$\omega(U) = \frac{\sqrt{\pi}}{12} \frac{e^{2\sqrt{aU}}}{a^{1/4}U^{5/4}},$$

где a – параметр плотности уровней

$$a = \frac{\pi^2}{6} g.$$

g – плотность одночастичных состояний вблизи энергии Ферми.

Комбинаторный подход



Основная проблема – получение набора одночастичных состояний $\{n, l, j, j_z, \varepsilon\}$

$$E_i = \sqrt{(\varepsilon_i - \varepsilon_F)^2 + \Delta^2}$$

Уровни $\{n, l, j, \varepsilon\}$

Комбинаторный подход

$$\{n, l, j, j_z, \varepsilon\}$$



Многочастичные состояния

$$\underbrace{\{1, 1, \dots, 1, 1, 1, 0, 0, 0, \dots\}}$$

Основное состояние

$$\{1, 1, \dots, 1, 1, 0, 1, 0, 0, \dots\}$$

$$\{1, 1, \dots, 1, 0, 1, 1, 0, 0, \dots\}$$

$$\{1, 1, \dots, 0, 1, 1, 1, 0, 0, \dots\}$$

⋮

$$\{0, 1, \dots, 1, 1, 1, 1, 0, 0, \dots\}$$

$$\{1, 1, \dots, 1, 1, 0, 0, 1, 0, \dots\}$$

⋮

$$\{0, 1, \dots, 1, 1, 1, 0, 1, 0, \dots\}$$

$$\{1, 1, \dots, 1, 0, 0, 1, 1, 0, \dots\}$$

$$\{1, 1, \dots, 0, 1, 0, 1, 1, 0, \dots\}$$

⋮

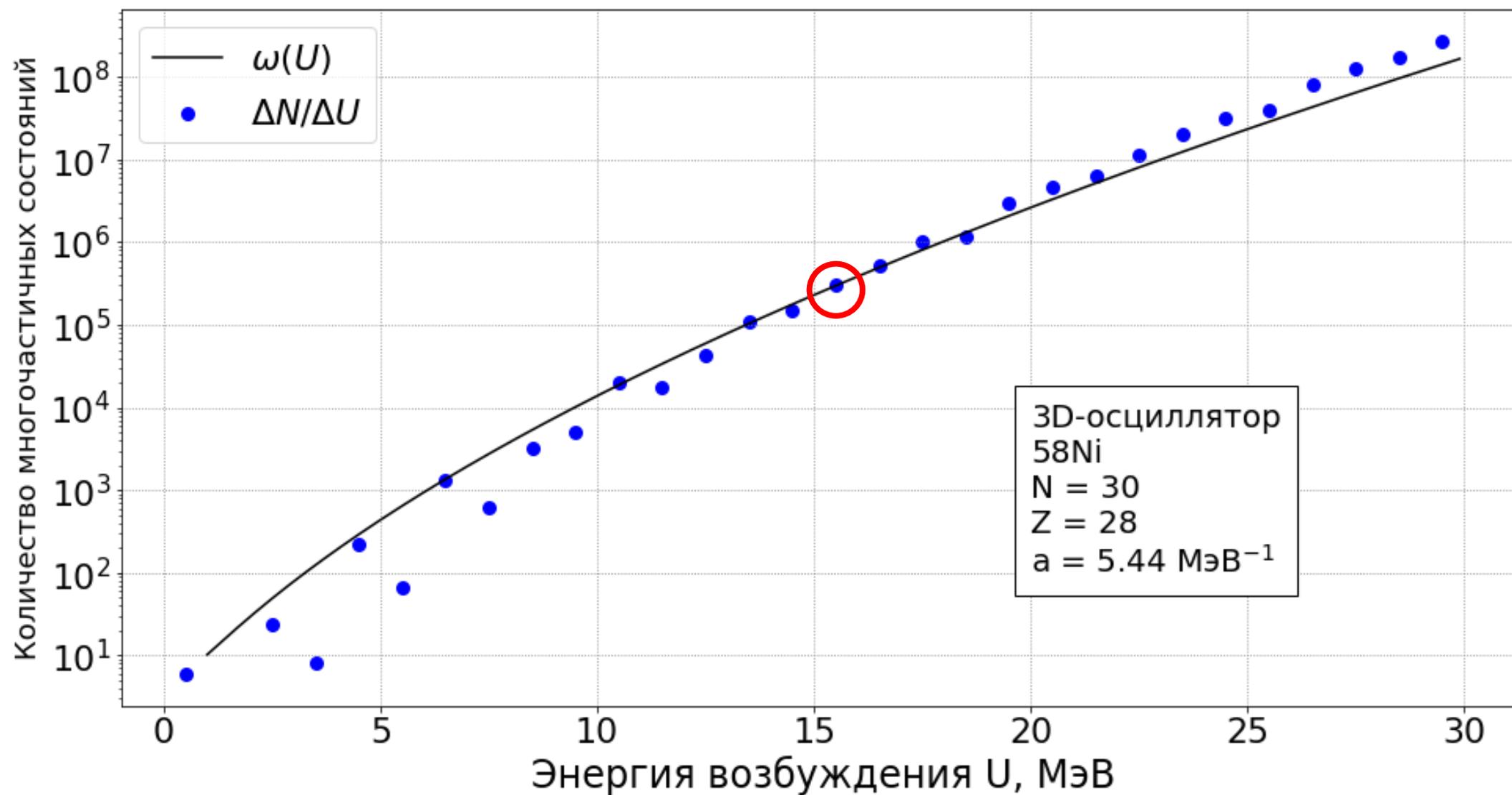
$$\{1, 0, \dots, 1, 1, 0, 1, 1, 0, \dots\}$$

$$\{0, 1, \dots, 1, 1, 0, 1, 1, 0, \dots\}$$

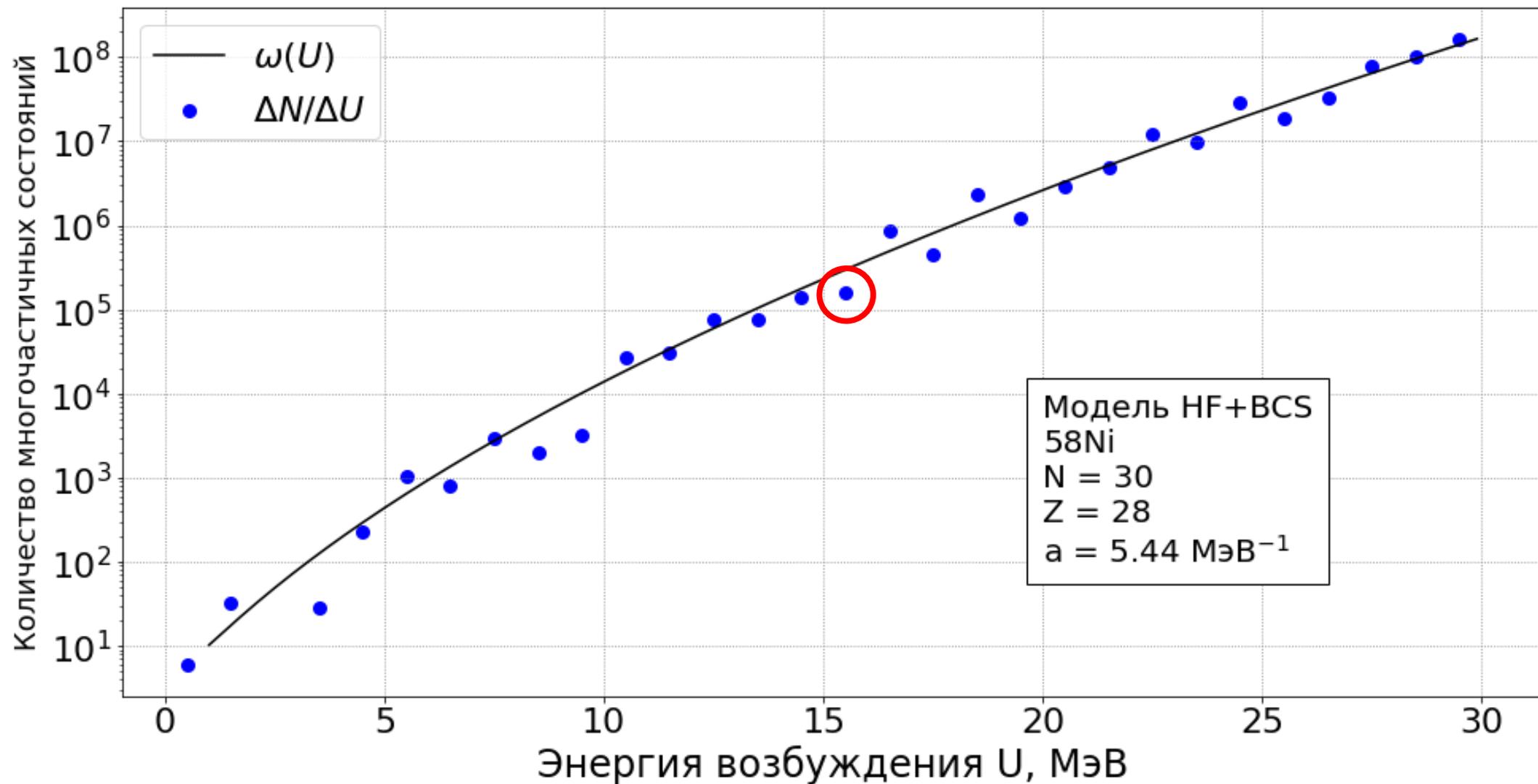
$$\{1, 1, \dots, 0, 0, 1, 1, 1, 0, \dots\}$$

⋮

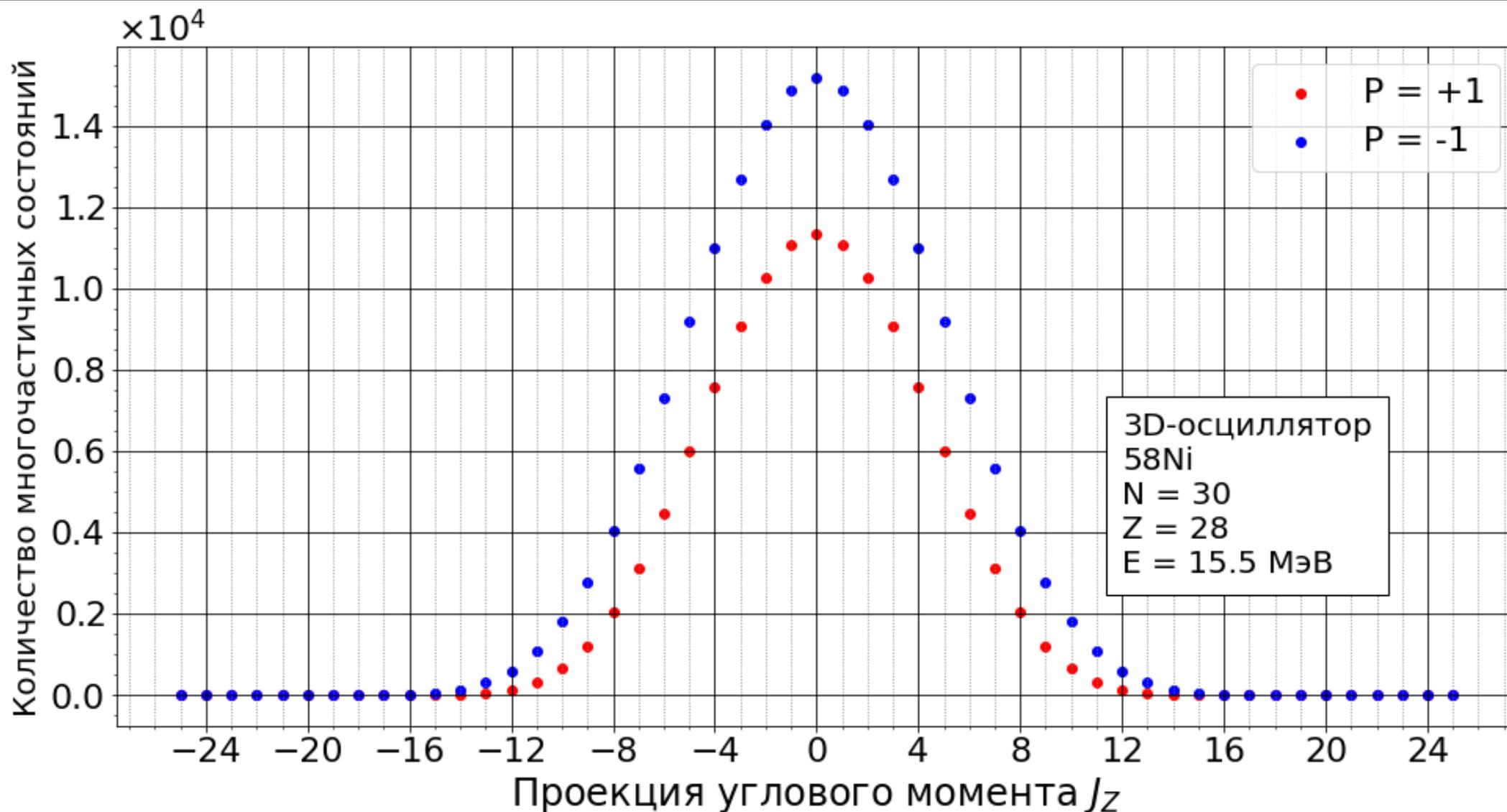
Сравнение моделей. Плотность многочастичных состояний



Сравнение моделей. Плотность многочастичных состояний



Сравнение моделей. Проекция углового момента



Сравнение моделей. Проекция углового момента



Заключение

- Произведено моделирование на новом одночастичном базисе, полученным в рамках метода Хартри-Фока.
- Учтён эффект спаривания нуклонов.
- Получены распределения плотности многочастичных состояний в зависимости от энергии возбуждения, проекции углового момента и чётности. Проведено сравнение с моделью 3-мерного осциллятора.
- Получено указание на возможную значительную зависимость плотности многочастичных состояний от чётности.

Список литературы

1. Bethe H. A. An Attempt to Calculate the Number of Energy Levels of a Heavy Nucleus // Phys. Rev. — 1936. — Т. 50, вып. 4. — С. 332—341.
2. Бор О., Моттelson Б. Структура атомного ядра. Том 1. Одночастичное движение. — Мир, 1971.
3. Бор О., Моттelson Б. Структура атомного ядра. Том 2. Деформация ядер. — Мир, 1977.
4. Vautherin D., Brink D. M. Hartree-Fock Calculations with Skyrme's Interaction. I. Spherical Nuclei // Phys. Rev. C. — 1972. — Т. 5, вып. 3. — С. 626—647.
5. Uhrenholt H., Aberg S., Moller P., Ichikawa T. Combinatorial nuclear level-density model // Nuclear Physics A. — 2013. — Т. 913. — С. 127.
6. Dobrowolski A., Pomorski K., Bartel J. Solving the eigenvalue problem of the nuclear Yukawa-folded mean-field Hamiltonian // Computer Physics Communications. — 2015. — Т. 199.
7. Bardeen J., Cooper L. N., Schrieffer J. R. Theory of Superconductivity // Phys. Rev. — 1957. — Т. 108, вып. 5. — С. 1175—1204. Capote R., Herman M., Oblovzinsk'y P., Young P., Goriely S., Belgya T., Ignatyuk A., Koning A., Hilaire S., Plujko V. RIPL—reference input parameter library for calculation of nuclear reactions and nuclear data evaluations // Nuclear Data Sheets. — 2009. — Т. 110. — С. 3107—3214.
8. Соколов Ю. Плотность уровней атомных ядер. — Москва : Энергоатом, 1990.
9. Ring P., Shuck P. The Nuclear Many-Body Problem. — New York : Springer-Verlag, 1980. — 717 с.