

Зміст

1	Глава 1	2
1.1	Geant4 MultiThreading	2
1.2	<i>QGSP_BERT</i>	2
1.3	Джерела нейтронів	2
2	Глава 2	3
2.1	Опис детектора	3
2.2	Опис джерела	4
2.3	Опис коду моделі	4
3	Глава 3	5
3.1	Опис обробки спектру	5
3.2	Валідація моделі	6
3.3	Аналіз спектрів Ag_3AuS_2	7
3.4	Аналіз спектрів $CuFeS_2$	8
	Література	9

1 Глава 1

1.1 Geant4 MultiThreading

1.2 *QGSP_BERT*

QGSP_BERT - ця фізична модель входить в перелік стандартних фізичних моделей розрахункового пакету Geant4. Базується на каскадній моделі Бертіні та враховує реакції для нейтронів менше ніж 20 MeV. Для валідації данної моделі необхідне виконання наступних умов $\frac{\lambda_B}{\nu} \ll \tau_c \ll \Delta t$, λ_B - хвиля де-Бролля для налітаючої частинки, ν - швидкість налітаючої частинки, Δt - час між зіткненнями. Та модель яка лягла в основу коду Geant4 була протестована на частинках з енергіями від 100 MeV до 3 GeV.

1.3 Джерела нейтронів

2 Глава 2

2.1 Опис детектора

Для моделювання чутливого об'єму був обраний надчистий германій, з діаметром 60.6 міліметрів, та довжиною 56.7 міліметрів. Рис. 2.1

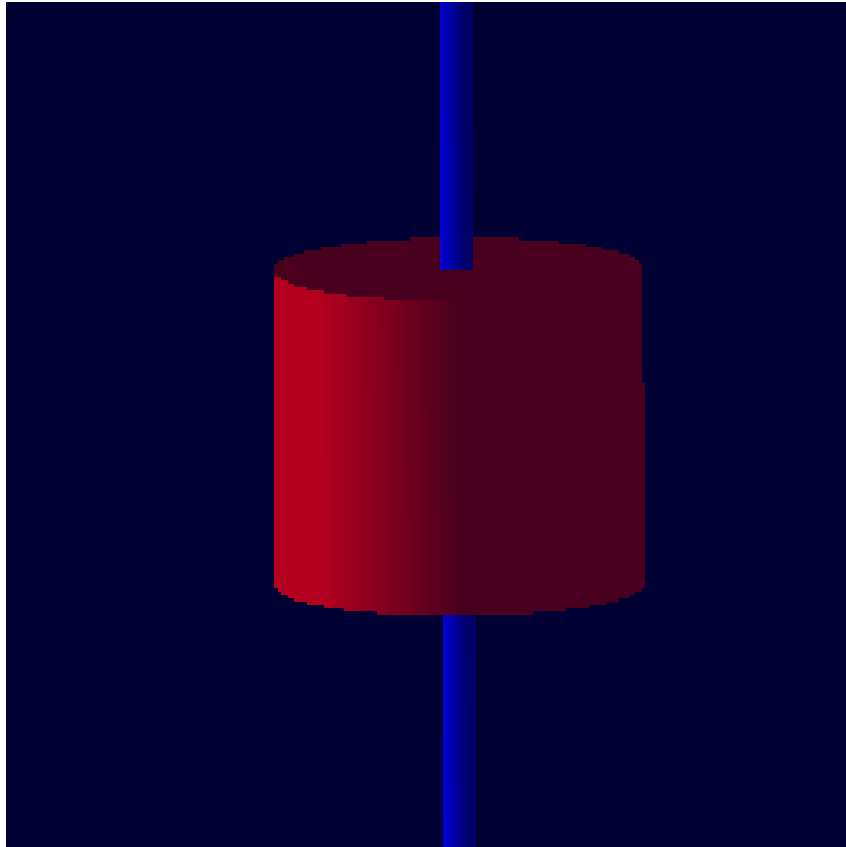


Рис. 2.1: Форма чутливого об'єму

Детектор буде розміщений поряд з джерелом нейтронів високих енергій, 14.5 MeV. Тому детектор був розміщений у трьох шаровий захист. Рис. 2.2

В захисті використовується Бор для поглинання теплових нейтронів, так як вся детекторна система буде знаходитися під водою, то нейтрони від джерела будуть втрачати енергію при пружному розсіянні на водню.

Опис реакцій на захисті – та сповільнювачі

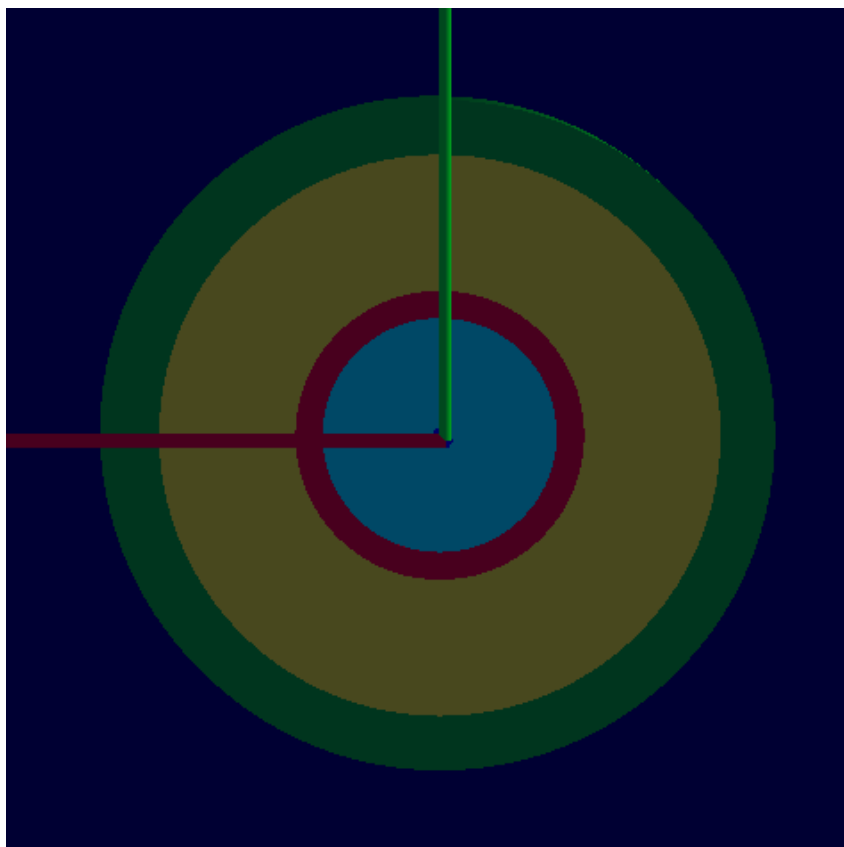


Рис. 2.2: Захист детектора, Al - зелений товщина 2 см., V - жовтий товщина 5 см., Pb - червоний товщина 1 см. Блакитний шар повітря

Опис вторинного альфа випроміннення від Бор – Fano factor $Ge = 0.13$

Для утворення пари $3.62 \text{ eV} = 300 \text{ K}$

2.2 Опис джерела

2.3 Опис коду моделі

Цілью було написати максимально зручний код для набору спектрів за різних умов та на різних мішеннях, тому були створені абстрактні класи для створення геометричних об'єктів. Для зручності створення матеріалів були створенні структури. Та для пришвидшення роботи були всі можливі константи ініціалізувалися на етапі компіляції. Для полегшення контролю над пам'яттю використовувалися розумні вказівники C++ 11 стандарту.

3.2 Валідація моделі

Для підтвердження можливості проведення наборів на моїй моделі був набраний спектор для Гірчичного газу. Рис 3.1. Та порівняний з отриманим спектром в статті [<link to source ?help>](#) У висновках до про-

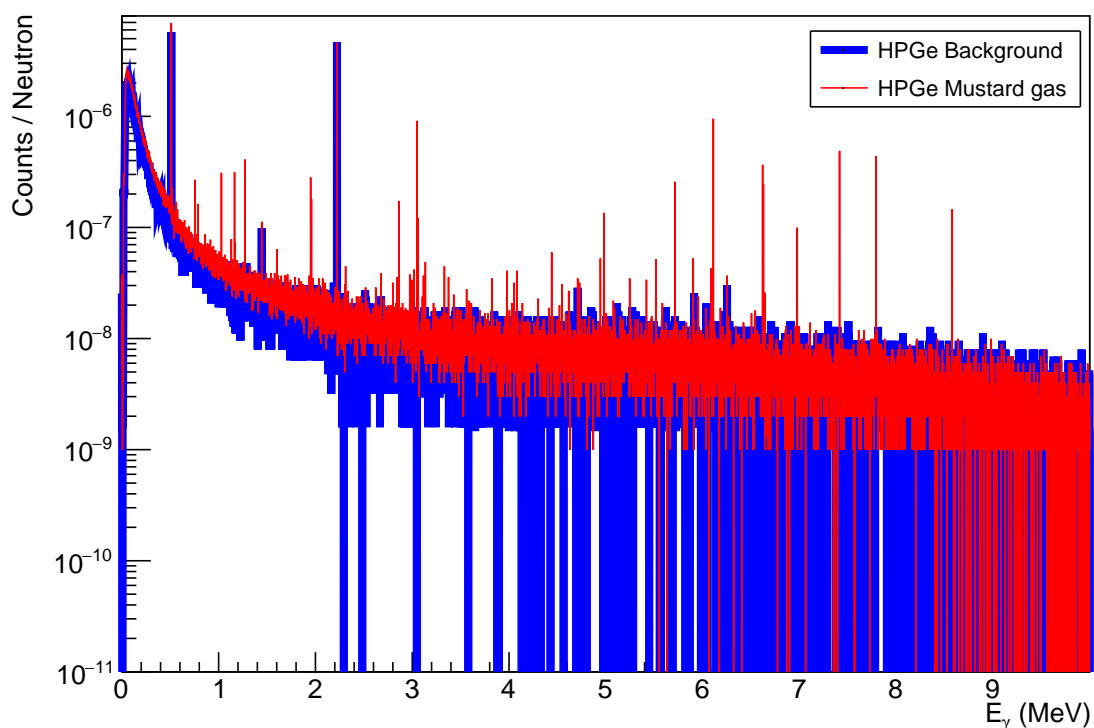


Рис. 3.1: Червоним - представлений спектор для Гірчичного газу. Синім - фону

веденої роботи в данній статті було вказано, що най більш вираженими і читкими були лінії Cl 7,42 7,80 8,58 MeV, також було вказано ряд ліній які їм не вдалося валідувати (перефразувати "лінії") На Рис. 3.2 - зображені піки 7.42 та 7.80 MeV Рис. 3.3 - 8.58 MeV

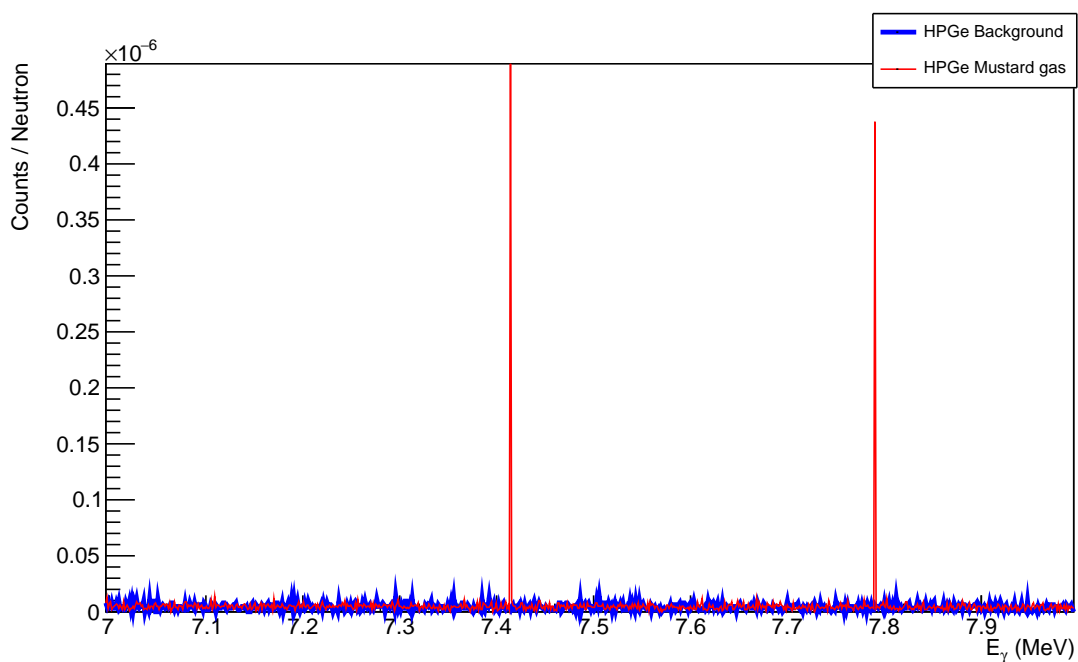


Рис. 3.2: Червоним - представлений спектор для Гірничного газу. Синім - фону

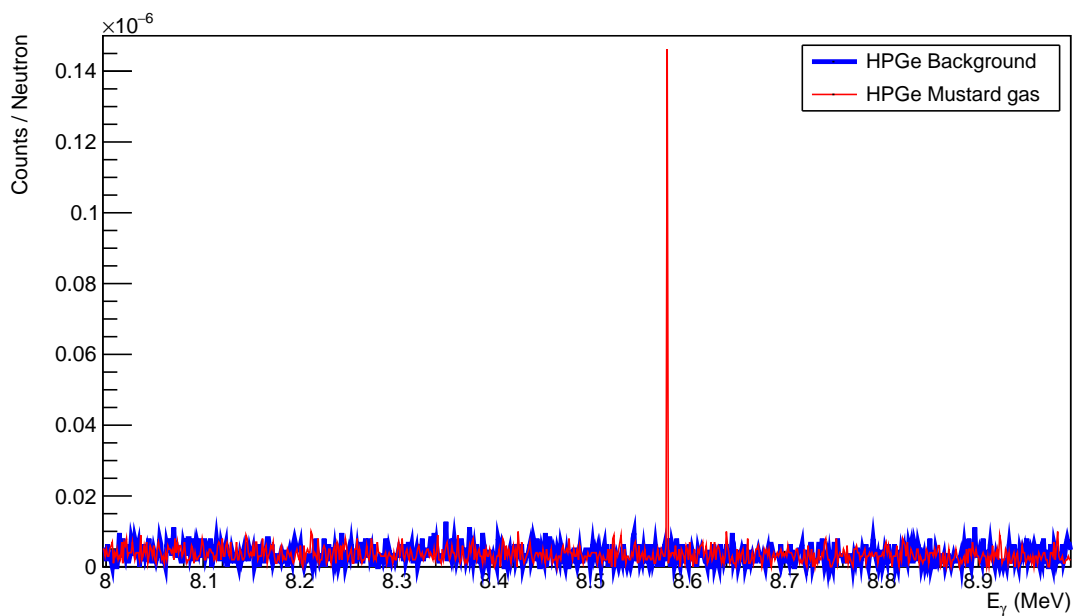


Рис. 3.3: Червоним - представлений спектор для Гірничного газу. Синім - фону

3.3 Аналіз спектрів Ag_3AuS_2

За матеріал було обрано ютенбогардтит Ag_3AuS_2 - родовища з данними мінералами були знайдені на камчатці поблизу побережжя. Данний

мінерал відноситься до рідкісних золотоносних руд, зустрічається в природі у твердому стані. Був знайдений на Камчатських родовищах

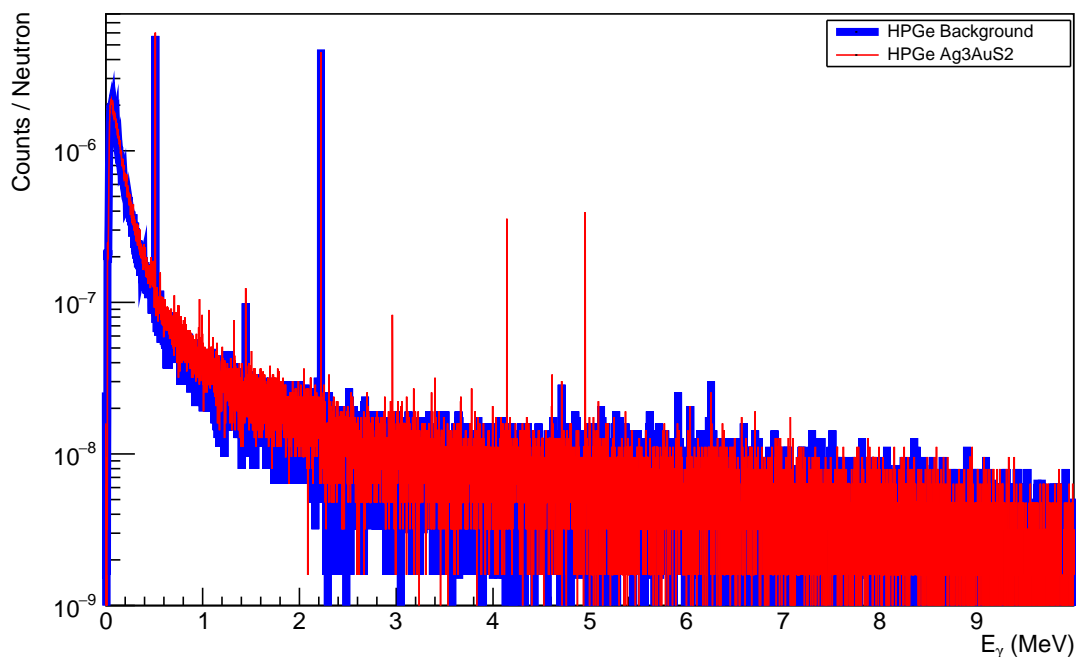


Рис. 3.4: Червоним - представлений спектор для Ag_3AuS_2 . Синім - фону

Даний спектор і фон були набрані при опроміненні нейтронами з джерела максимальної енергією 14.5 MeV. Для порівняння було проведено опромінення за допомогою нейтронів енергією 8.5 та 2.8 MeV.

Піки по близу 3, 4 і 5 MeV майже не втратили інтенсивності тому саме вони були взяті в подальшу обробку. На данному графіку був взятий фон з опромінення 14.5 MeV нейтронами.

3.4 Аналіз спектрів $CuFeS_2$

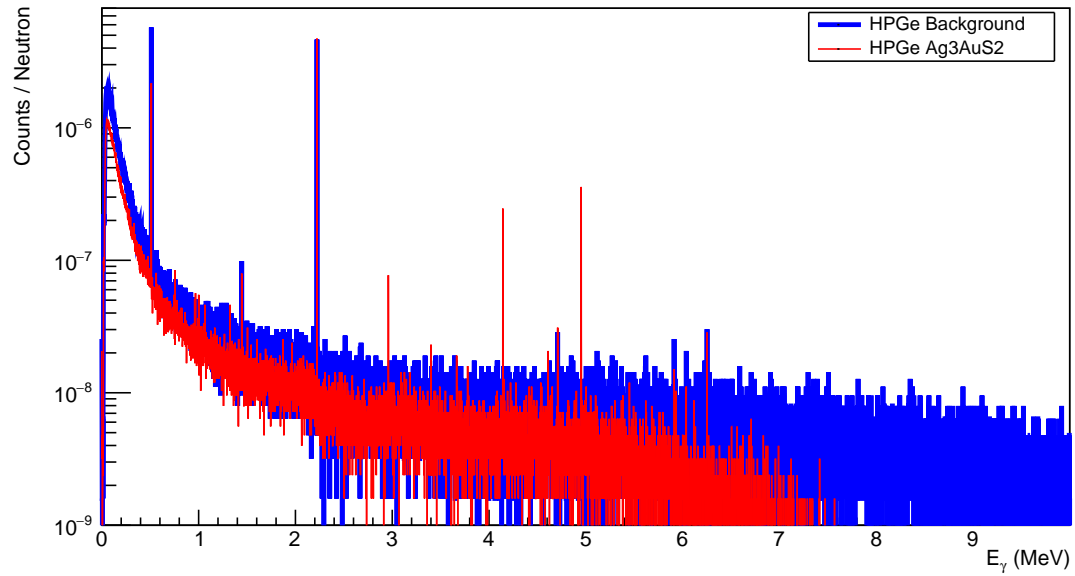


Рис. 3.5: Червона - лінія спектру, набраного за опромінення нейтронами 8.5 MeV

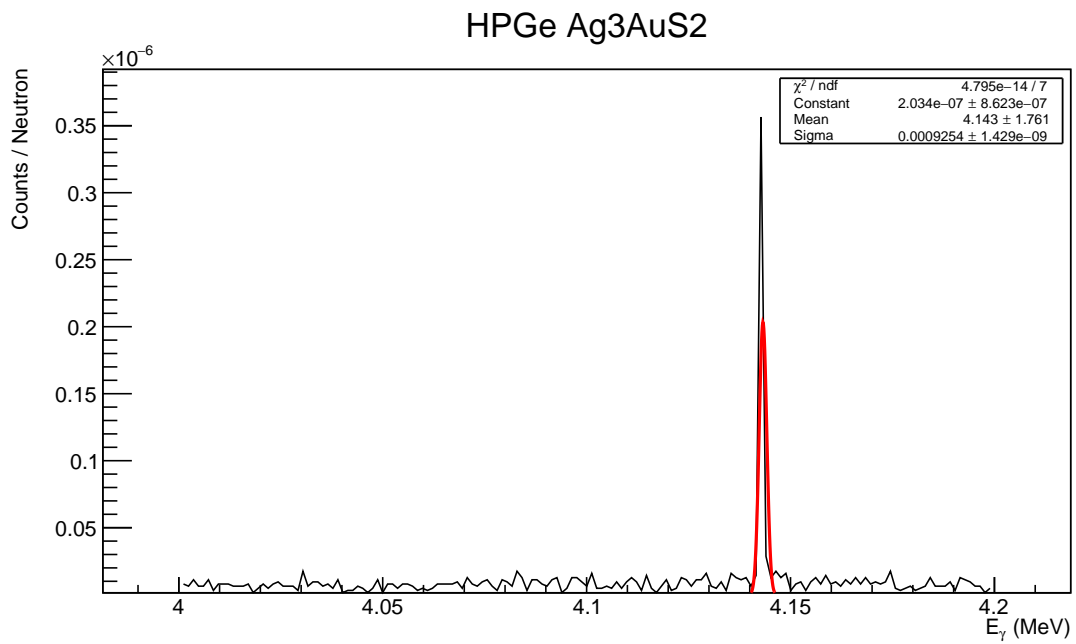


Рис. 3.6: Пік поблизу 4 MeV

Література

- [1] *R.M. Keyser and T.R. Twomey* - Extended Source Sensitivity and Resolution Comparisons of Several HPGe Detector Types with Low-energy Capabilities

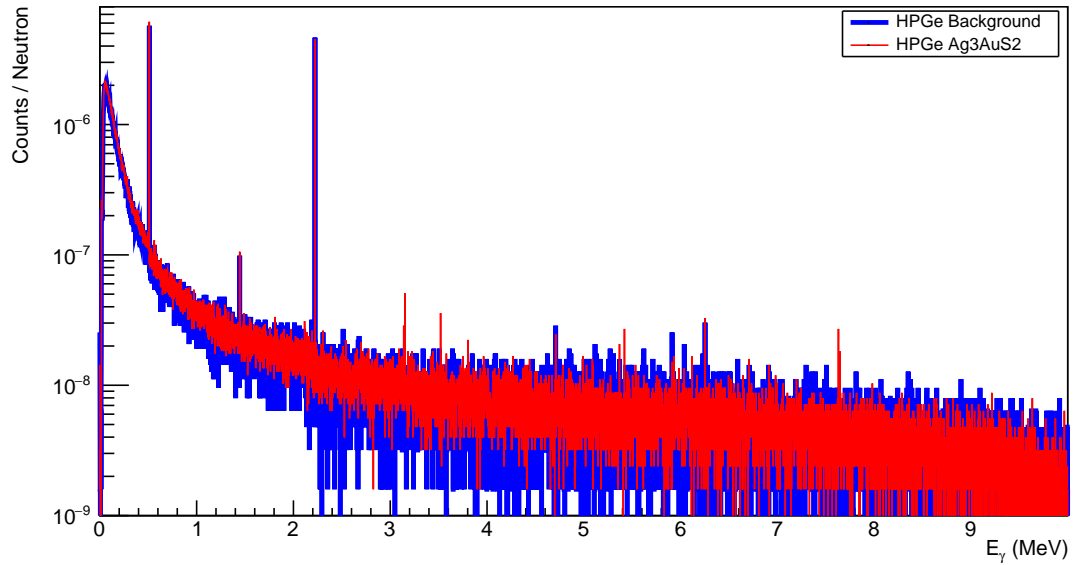


Рис. 3.7: Червоним - представлений спектор для $CuFeS_2$. Синім - фону

HPGe Detector Types

- [2] *Aatos Heikkinen, Nikita Stepanov Helsinki Institute of Physics, P.O. Box 64, FIN-00014 University of Helsinki, Finland Johannes Peter Wellisch CERN, Geneva, Switzerland - Bertini intra-nuclear cascade implementation in Geant4 link*
- [3] *Ю.В. Сереткин, Г.А. Пальянова Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН - ИЗОМОРФНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ СЕРЫ СЕЛЕНОМ И МОРФОТРОПНЫЙ ПЕРЕХОД В РЯДУ $Ag_3Au(Se, S)_2$ link*
- [4] *В. М. Округин1, А. У. Ким О рудах Асачинского золото-серебряного месторождения (Южная Камчатка) link*