

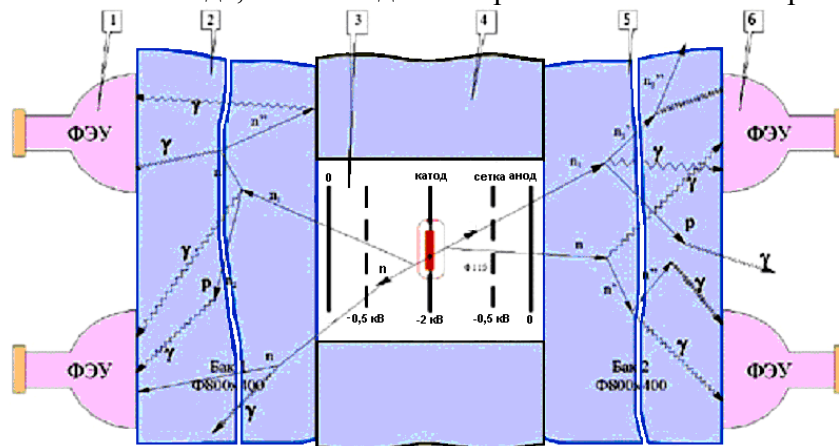
## 6. КОМБИНИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА

В современных ядерно-физических установках необходимо одновременно (но отдельно!) измерять и потоки нейтронов, и потоки заряженных частиц и квантов. Выше мы уже упоминали аппаратуру для одновременного измерения нейтронов и  $\gamma$ -излучения. При изучении процессов спонтанного деления необходимо одновременно измерять потоки нейтронов и потоки продуктов деления. В этом случае используется комплексная установка, в которой регистрация нейтронов производится жидкостным сцинтилляционным с примесью гадолиния детектором радиусом 30 см (счётчик представляет собой кольцеобразную ёмкость, наполненную раствором азотнокислого гадолиния), а детектором осколков служит проточная двойная ионизационная камера с сетками Фриша (ИК). По сравнению с кремниевыми поверхностно-барьерными детекторами ИК обладает рядом преимуществ, как то: отсутствием радиационных повреждений во время длительных измерений либо при работе с высоко  $\alpha$ -активными изотопами, лучшим энергетическим разрешением и примерно на 30% меньшим дефектом амплитуды. Установка состоит из двух высокоэффективных счётчиков нейтронов и детектора осколков, расположенного между этими счётчиками (Рис. 9). Нейтронные счётчики для исключения взаимного влияния друг на друга разделены разделительной защитой.

Установка достаточно просто может перестраиваться на работу в следующих режимах:

- 1) регистрация полного числа нейтронов на акт спонтанного деления (4 $\pi$ -геометрия, полная эффективность регистрации 70%);
- 2) регистрация нейтронов из осколков с использованием одного нейтронного счетчика, а другой максимально удалён (2 $\pi$ -геометрия);
- 3) одновременная регистрация нейтронов из каждого осколка с помощью двух нейтронных счётчиков (2-2 $\pi$ -геометрия).

Возможность отдельной регистрации нейтронов из комплиментарных осколков обеспечивается тем обстоятельством, что в лабораторной системе координат нейтроны испускаются преимущественно по направлению разлёта осколков. Таким образом, отобрав только те осколки, угол разлёта которых близок к 90 градусам относительно плоскости катода, можно задать направление полёта нейтронов.



**Рис. 9.** Принципиальная схема установки для раздельной регистрации нейтронов и продуктов спонтанного деления: 1,6 - фотоумножители ФЭУ-49, 2,5 - жидкий сцинтилляционный счётчик нейтронов, 3 - ионизационная камера с источником, 4 - разделительная защита.

Другим примером комбинированного устройства является чувствительный детектор быстрых нейтронов на фоне интенсивного гамма-излучения, включающий в себя газонаполненные и сцинтилляционные счётчики нейтронов. В детекторе используется сцинтиллятор (чувствителен к гамма-излучению) и счетчик замедлившихся нейтронов (не чувствителен к гамма-излучению). Если частица, вызвавшая вспышку света, - нейтрон, то вслед за вспышкой его зарегистрирует газовый счетчик. Если же в сцинтиллятор попадает гамма-квант, то нейтронный счетчик "молчит", давая понять, что вспышка произошла не от нейтрона. Так удается отделить нейтроны от гамма-квантов и одновременно измерить энергию нейтронов.

Детектора – это бак из нержавеющей стали высотой полметра, диаметром 35 см и весом 50 кг. В нем находится 30 литров жидкого сцинтиллятора и 19 тепловых нейтронных счетчиков (трубки диаметром 3 см, заполненные смесью гелия-3 и аргона под давлением 4 атм.). В верхнем торце бака, под светонепроницаемым колпаком, расположены три фотоэлектронных умножителя, которые регистрируют все вспышки в сцинтилляторе.

Методика позволяет отделить быстрые нейтроны от гамма-лучей с одновременным измерением их энергии. Данный детектор быстрых нейтронов, обладает сверхвысокой чувствительностью.