

14
С 35



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В.С.Сиксин, Л. Вайи, Б. Кюн

621

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ВАКУУМНАЯ КАМЕРА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Дубна 1960 год

В.С.Сиксин, Л.Вайи, Б.Кюн

621

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ВАКУУМНАЯ КАМЕРА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

912/6 нр.
Универсальная библиотека
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

А н н о т а ц и я

Вакуумная камера с двумя вращающимися телескопами предназначена для измерения угловых распределений и угловых корреляций продуктов ядерных реакций при низких и средних энергиях, а также исследования поляризационных эффектов. Телескопы представляют собою разные комбинации пропорциональных и сцинтилляционных счетчиков. Кроме того, на камере установлены при 3-х фиксированных углах сцинтилляционные счетчики, которые можно использовать в качестве мониторов или спектрометров. В центре камеры располагается вращающаяся точечная газовая мишень.

1. Введение.

Для исследования угловых распределений и угловых корреляций заряженных продуктов ядерных реакций при низких и средних энергиях необходима вакуумная камера, в которой можно вращать детекторы вокруг мишени. В качестве детекторов желательно применять телескопы из нескольких счетчиков. Счетчики одного телескопа должны работать на совпадении, что позволяет значительно уменьшить число импульсов фона. Благодаря этому представляется возможным измерять такие эффекты с небольшим выходом, как реакция с малым сечением или угловые корреляции. Для наблюдения угловых корреляций нужны два телескопа, работающие на совпадения. Для исследования поляризационных эффектов необходимы рассеиватель, расположенный на небольшом расстоянии от мишени, и детектор, вращающийся вокруг этого рассеивателя, т.е. вокруг оси, не совпадающей с осью мишени. В качестве детектора лучше всего в этом случае использовать опять же телескоп. Вспомогательными приборами для всех измерений являются: цилиндр Фарадея, которым измеряется абсолютный ток ионов, падающих на мишень, и мониторы, которые дают относительный выход реакции. При конструировании камеры все эти требования приняты во внимание.

2. Конструкция вакуумной камеры

Вакуумная камера состоит из стального цилиндра высотой 210 мм и диаметром 400 мм. Его ось расположена горизонтально. Пучок ионов вводится через коллиматор /диаметром 1 мм./ вдоль диаметра камеры, в центре которой установлена мишень. За мишенью устанавливается либо цилиндр Фарадея, либо магнитный анализатор /см. рис. 1/. Этот анализатор служит для измерения потери энергии ионов в фольгах мишени.

На обеих боковых сторонах камеры расположены вращающиеся барабаны, диаметром 200 мм, которые позволяют поворачивать телескопы вокруг мишени. Их подвижные уплотнения на вакуум достигаются с помощью комбинированных тефлон - резиновых колец /рис. 2/. В этих больших барабанах эксцентрично

вставлены два маленьких вращающихся барабана /диаметром 84 мм/, в которых опять же эксцентрично и подвижно закреплены держатели телескопов.

Специальная термическая обработка и расточка корпуса камеры, вращающихся барабанов камеры, отверстия для мишени и др. на оптически-расточном станке позволяли выдержать необходимые соосности в камере со строго выдержанными направлениями осей телескопов и мониторов на центр камеры. Конструкция камеры позволяет осуществлять все необходимые перемещения телескопов /см. рис. 3/ без нарушения вакуума в камере : вращение телескопов вокруг мишени в пределах углов от -145° до $+145^{\circ}$ относительно направления ионного пучка / I на рис. 3/, изменение расстояния между мишенью и телескопом в пределах от 28 до 72 мм /II на рис. 3/ и вращение телескопов вокруг рассеивателя /III на рис. 3/. Все перемещения можно осуществлять как вручную, так и дистанционно /с пульта управления/.

На оси одного большого барабана укреплен держатель газовой мишени с газопроводом, а на оси другого смонтирована шторка, передвигающаяся вдоль оси камеры специальным механизмом /см. далее/.

На камере, под углами 45° , 90° и 135° относительно направления ионного пучка, имеются окна для установки сцинтилляционных счетчиков или других детекторов /см. рис. 1/.

Большинство всех уплотнений камеры сделано из тефлона. На всех подвижных уплотнениях применены комбинации резины и тефлона /см. рис. 2/. В этих уплотнениях резина обеспечивает необходимую упругость, а тефлоновый манжет сильно уменьшает трение при вращении барабанов. /Коэффициент трения тефлона на металле очень мал/. Таким образом все подвижные уплотнения надежно работают без дополнительной смазки. Такая система вращающихся уплотнений с тефлоновыми манжетами, по имеющимся у нас сведениям, не описана в литературе.

Камера имеет отдельный ртутный диффузионный насос. В рабочих условиях в камере удается поддерживать вакуум в пределах $2 - 3 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст. С целью улучшения вакуума и вымораживания возможных паров масла, вместо

монитора под 90° , предусмотрена установка ловушки с жидким азотом.

3. Газовая мишень

В данном приборе применяется съемная газовая мишень. Ее конструкция и размеры определяются в каждом отдельном случае конкретными задачами эксперимента. Чтобы получить хорошее угловое разрешение в распределении продуктов реакции, нужны небольшие размеры мишени. В данном случае толщина мишени составляет 3 мм. Ее форма, показанная на рис. 4, выбрана так, что продукты реакции могут вылетать из газового объема в весьма широкой области углов. Окном для входа пучка и выхода продуктов реакции служит пленка из слюды или никеля толщиной меньше 1 микрона. Мишень наполняется газом до давления 60 мм рт.ст. Корпус мишени изолирован от цилиндрического держателя кварцевой трубкой. Держатель укреплен в центре одного из барабанов и может поворачиваться относительно него, задавая тем самым необходимое положение мишени внутри камеры.

Для наполнения мишени применяется вакуумно-наполнительный стенд из металла с металлическими мембранными вентилями. Все узлы уплотнены с помощью тефлона. Давление в мишени устанавливается тепловым насосом. С помощью этого насоса газ из мишени откачивается в баллон и может использоваться повторно.

Мишень окружена шторкой /рис. 4/, которая при измерении эффекта располагается так, что продукты реакции могут через щели попадать на детекторы. Отдвигая шторку вдоль оси камеры, можно закрывать выход частицам и, таким образом, измерять фон. Чтобы исключить влияние нейтрализации пучка в мишени на измерения ионного тока, мишень и цилиндр Фарадея соединяются вместе. На шторку подается потенциал минус 300в для задержки вторичных электронов, выбиваемых пучком из мишени.

4. Телескопы

В качестве телескопов для измерения угловых распределений были изготовлены три разные комбинации счетчиков: два пропорциональных счетчика, один пропорциональный и один сцинтилляционный счетчик, два пропорциональных счетчика и один сцинтилляционный. В случае телескопа с двумя пропорциональными счетчиками вокруг второго счетчика можно вращать барабан с фильтрами, которые служат для разделения частиц разных видов и энергий. Окна телескопов закрыты алюминиевыми фольгами толщиной 2 мг/см^2 . Счетчики наполняются аргоном с 2 % примесью CO_2 с помощью специальной системы наполнения, которая позволяет производить очистку газа и изменять давление в счетчиках в широких пределах. В сцинтилляционных счетчиках используются малогабаритные фотоумножители типа ФЭУ-3М. Сцинтилляторами являются тонкие /1,5мм/ кристаллы CsJ . Разрешающая способность этих счетчиков равняется 17% для α -частиц с энергией 5 Мэв и 12% для протонов с энергией 10 Мэв.

Предусилители и катодные повторители счетчиков расположены прямо в корпусе телескопов. Конструкция одного из телескопов изображена на рис. 5.

Блок-схема совпадений для телескопов показана на рис. 6. Импульсы от пропорциональных счетчиков усиливаются и формируются усилителем типа УПИ-1. В случае совпадения импульсов от двух пропорциональных счетчиков в схеме формирования образуется прямоугольный импульс, который открывает ворота для импульса от сцинтилляционного счетчика, предварительно усиленного. Этот импульс без изменения его амплитуды проходит через ворота в амплитудный анализатор.

Такой блок предусмотрен для каждого телескопа. Этим устройством можно, например, измерять спектр продуктов реакции в зависимости от угла. При исследованиях угловых корреляций необходимо включить оба телескопа на совпадения. Для этого в приборе имеется третий блок "схема совпадений" /см. рис. 6/, который открывает ворота первых блоков только тогда, когда все

счетчики одновременно регистрируют частицы, т.е. когда имеются шестикратные совпадения. В зависимости от исследуемой проблемы и применяемых телескопов описанное устройство можно использовать в разных комбинациях совпадений. Разрешающая способность схемы совпадений 1 μ сек.

5. Сцинтилляционные спектрометры

Под углами 45° , 90° и 135° относительно ионного пучка снаружи на камере установлены три сцинтилляционных спектрометра с более высокой разрешающей способностью чем телескопы. Сцинтилляторами служат пластинки из CsI толщиной 1,5 мм. Кристаллы окружены отражательными конусами с напыленным слоем MgO . Во входных диафрагмах спектрометров располагаются тонкие никелевые фольги для экранирования от света, идущего от мишени. В некоторых случаях эти фольги заменялись более толстыми фольгами из алюминия, чтобы поглотить первичные частицы, рассеянные от мишени. В спектрометрах использовались фотоумножители типа ФЭУ - 29 и ФЭУ - С. Для α -частиц с энергией 5 Мэв было получено разрешение по энергии порядка 5 - 8%.

Для проверки работы камеры были измерены угловые распределения α -частиц из реакции $d + T$, что показало пригодность камеры для измерения угловых распределений и парциальных сечений.

Авторы приносят благодарность П.Т.Павлову за конструирование и М.В.Петровскому, М.В.Подсевалову и З.Д.Трошкину за тщательное изготовление камеры.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 октября 1960года.

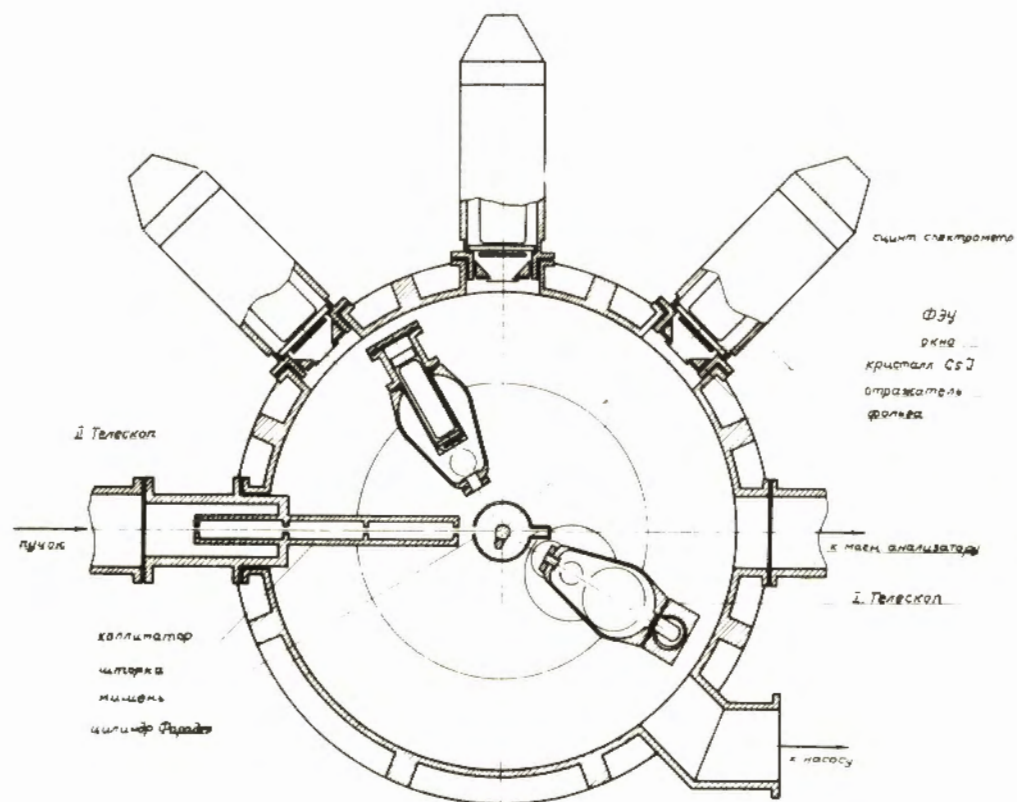


Рис. 1. Схема камеры.

Камера.

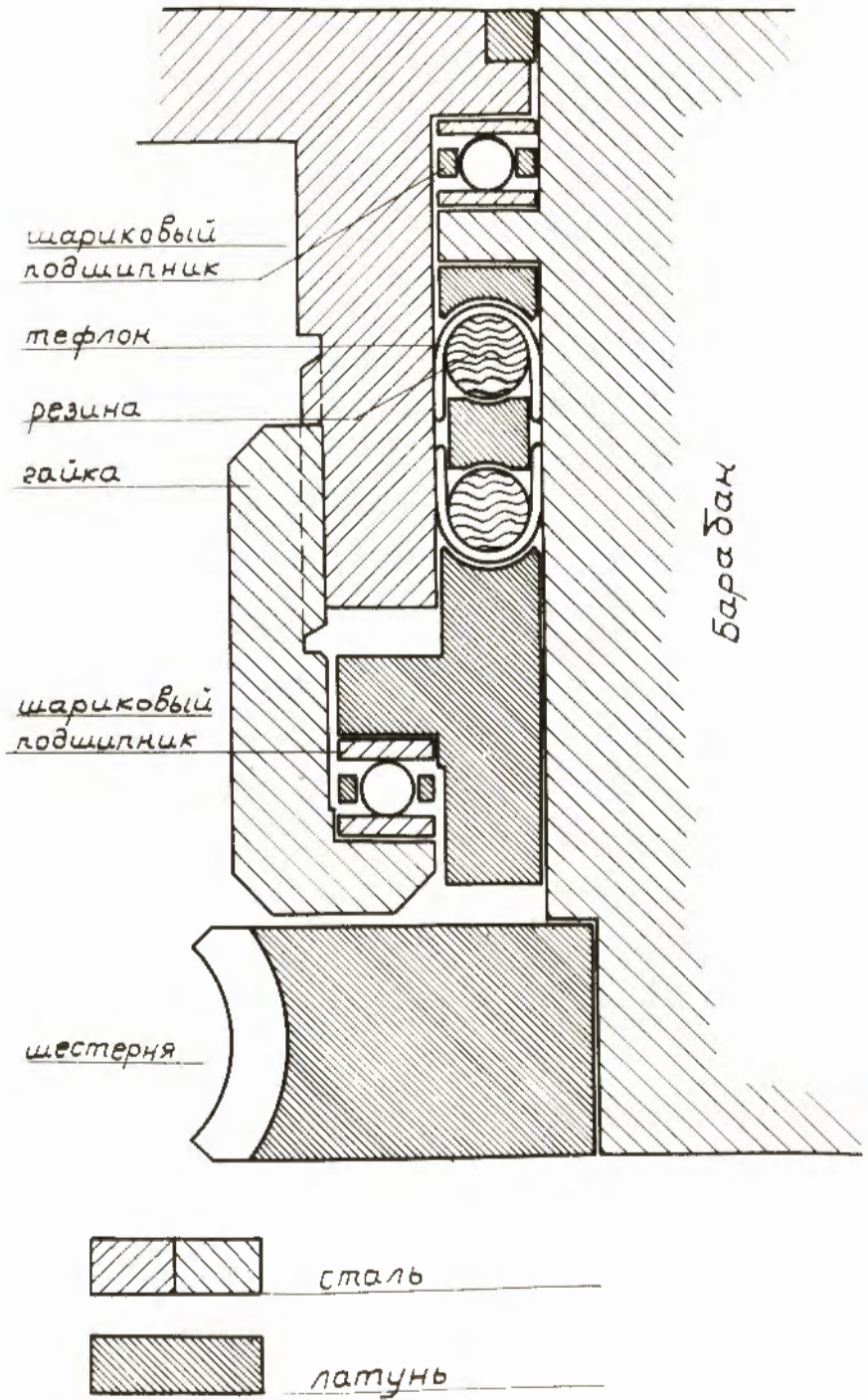


Рис. 2. Уплотнение барабанов.

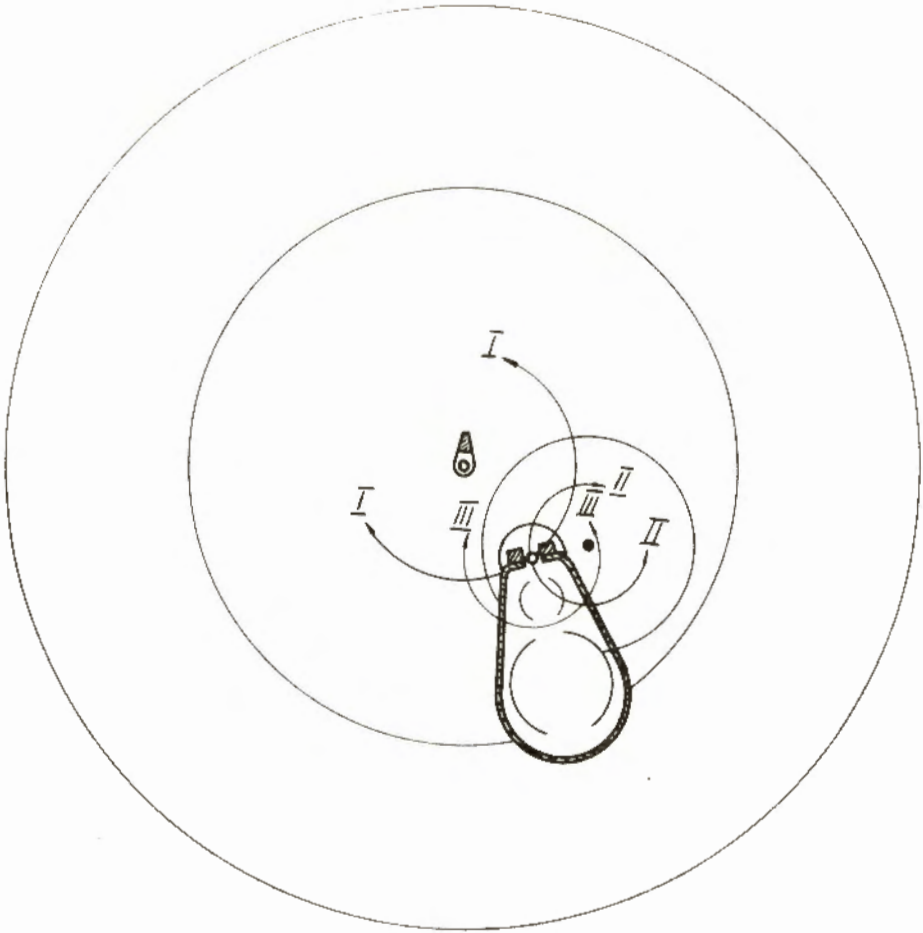


Рис. 3. Возможности движения телескопа.

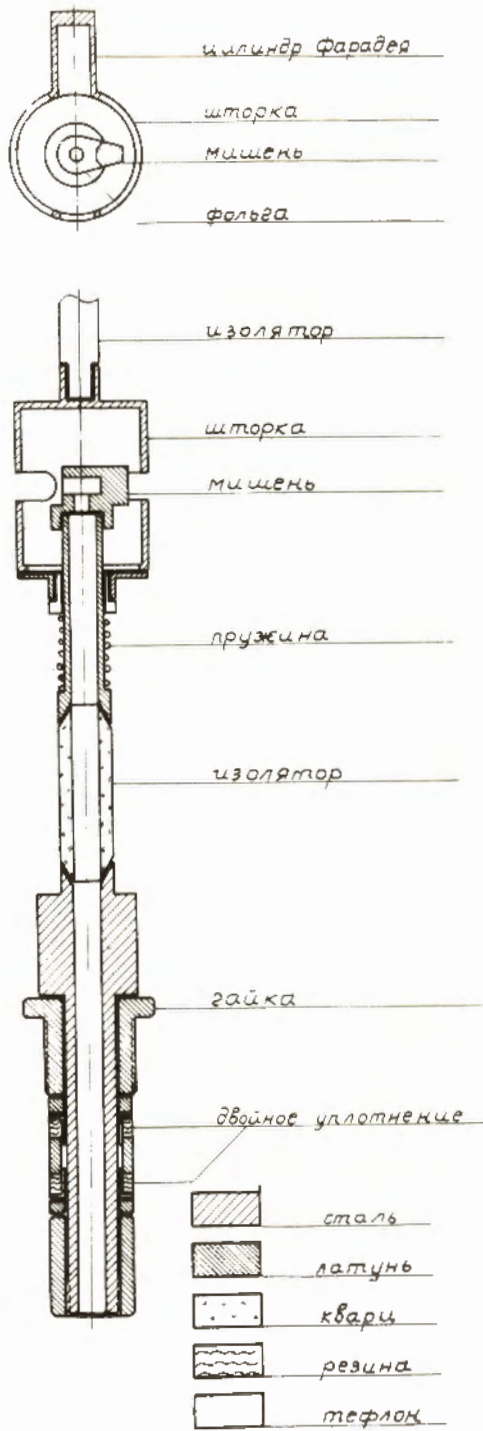


Рис. 4. Газовая мишень.

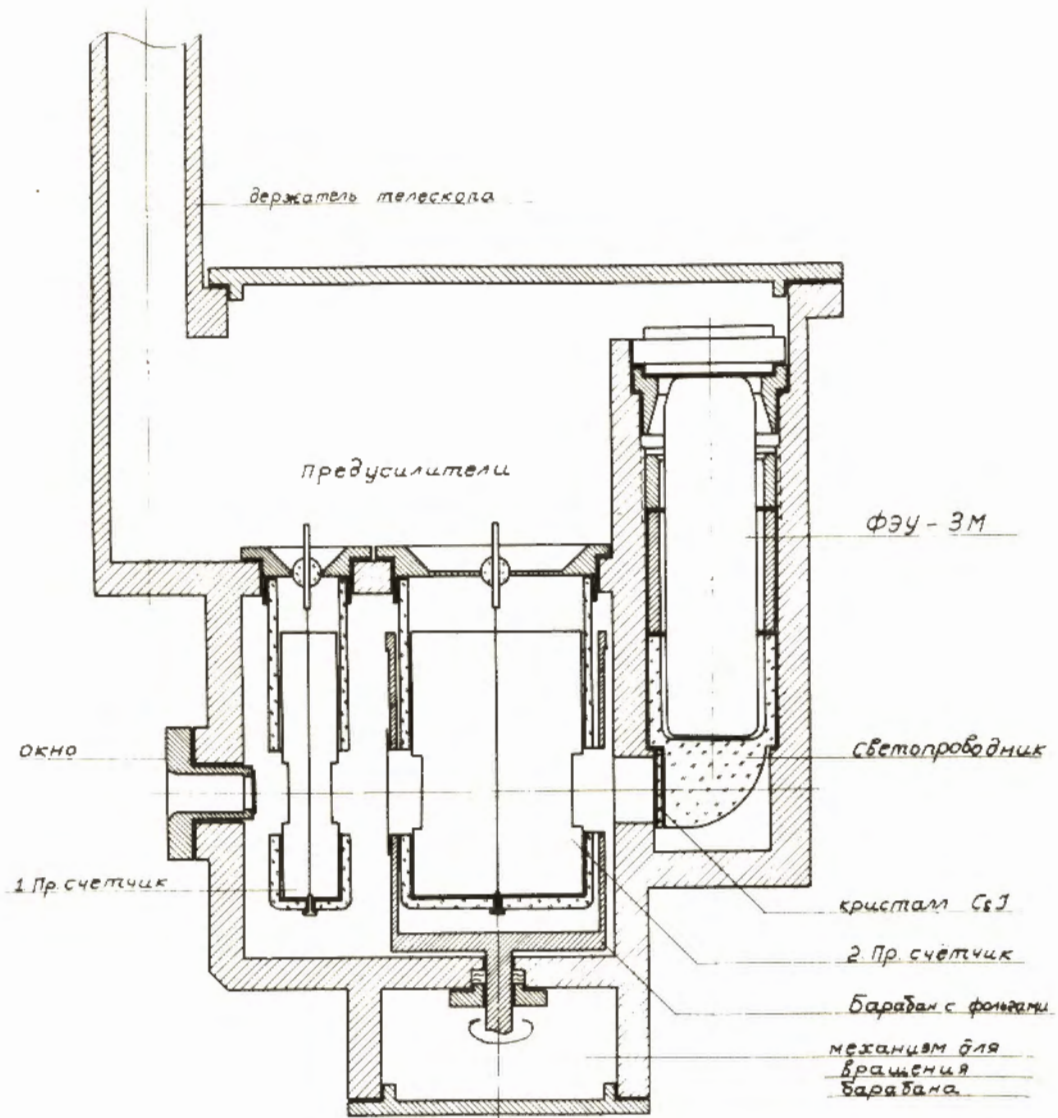


Рис. 5. Схема телескопа.

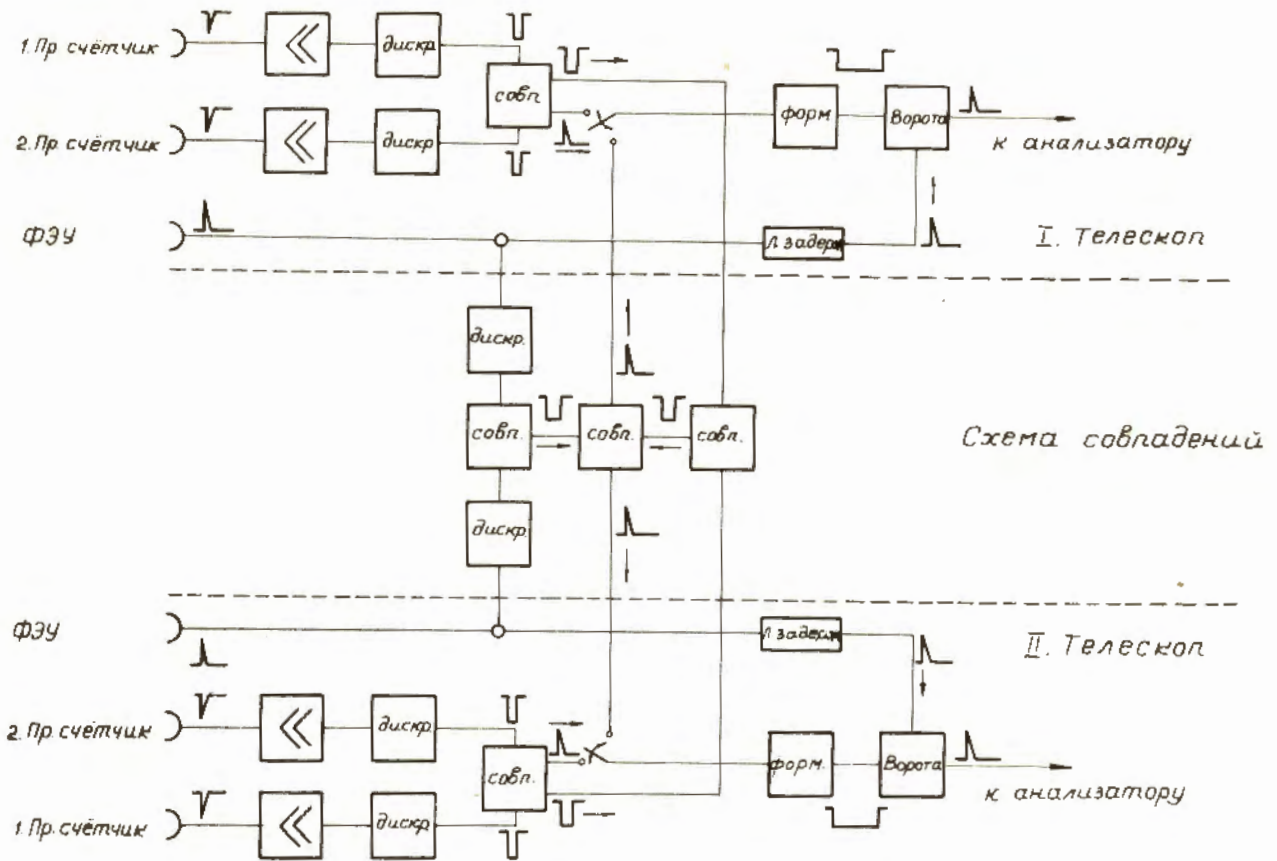


Рис. 6. Схема совпадений.