

Р0022057.01

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ - ОНФ -- 92 - 24 .

ИФВЭ 92-24
ОНФ

С.В.Беликов, С.Н.Гуржлев, В.И.Кочетков, В.С.Старцев

О возможности создания
сцинтилляционного триггера
для жидкоаргонового нейтринного детектора

Протвино 1992

Аннотация

Беликов С.В. и др. О возможности создания сцинтилляционного триггера для жидкоаргонового нейтринного детектора: Препринт ИФВЭ 92-24. - Протвино, 1992. - 15 с., 6 рис., 1 табл., библиогр.: 10.

В работе рассмотрены различные методы организации триггера жидкоаргонового нейтринного детектора Комплекса Меченых Нейтрино и предложена конструкция быстрого сцинтилляционного триггера на основе полиметилметакрилата. В результате экспериментальных исследований, проведенных с основными функциональными элементами (сцинтиллятор, переизлучатель, ФЭУ, делитель) выбран ФЭУ-84-3 и стандартный делитель, а также установлены характеристики для сцинтиллятора и переизлучателя, требующие для создания высокоэффективного ($> 90\%$) быстрого ($\Delta T \leq 5$ нс) триггера, пригодного для жидкого аргона при повышенном давлении ($P \leq 3$ атм.).

Abstract

Belikov S.V. et al. On Possibility to Create Scintillating Trigger for Liquid Argon Neutrino Detector: IHEP Preprint 92-24. - Protvino, 1992. - p. 15, figs. 6, tables 1, refs.: 10.

Different methods of the trigger organisation for the liquid argon neutrino detector of the Tagged Neutrino Facility are discussed and the construction of the fast scintillating trigger using polymethylmethacrylate as the base of the scintillator is proposed. As a result of experimental investigations phototube PM-84-3 with a standard divider was chosen. Characteristics for the scintillator and the wavelength shifter, which are required for creating a highly efficient (90%) fast ($\Delta T \leq 5$ ns) trigger suitable for a liquid argon under increased pressure ($P \leq 3$ atm) were defined.

ВВЕДЕНИЕ

При проведении нейтринных исследований на ускорителях высоких энергий используются пучки нейтрино широкого спектра и дихроматические пучки, которые имеют в той или иной степени, ограничивающие возможность некоторых исследований недостатки:

во-первых, любой нейтринный пучок содержит нежелательную примесь нейтрино (антинейтрино) другого сорта;

во-вторых, энергия нейтрино известна с недостаточной точностью даже в дихроматических пучках.

Эти проблемы могут быть устранены при создании пучка меченых нейтрино. Идея Комплекса Меченых Нейтрино (КМН) [1] состоит в том, что одновременно с регистрацией нейтринных взаимодействий в нейтринном детекторе при помощи специальной станции меченая измеряются характеристики остальных частиц, образовавшихся при распаде родительского мезона. По этим данным и известному импульсу мезона представляется возможным с хорошей точностью восстановить энергию, траекторию, точку образования и тип нейтрино.

Основная проблема регистрации распада родительского мезона заключается в том, чтобы связать нейтринное взаимодействие с соответствующими этому распаду частицами. Для этого необходимо иметь расходящийся во времени пучок родительских мезонов, использовать быстрые совпадения между сигналами с нейтринного детектора и детекторов станции меченая, а также произвести пространственную привязку между вершинами нейтринного взаимодействия и родительского распада.

Таким образом, для осуществления процедуры меченая нейтрино большое значение отводится высокоэффективной быстрой системе временной привязки (быстрого триггера).

В данной работе рассмотрены возможные методы организации быстрого триггера и обоснован выбор метода, основанного на использовании сцинтилляционных счетчиков большой площади, размещаемых внутри нейтринного детектора - калориметра на жидком аргоне. Приведены результаты исследований, позволившие выбрать конструкцию счетчиков, ФЭУ, делитель и сформулировать требования для разработки сцинтиллятора и переизлучателя.

1. МЕТОДЫ ТРИГГИРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЯ ТРИГГЕРА БАРС

1.1. Рабочие характеристики триггера

В качестве нейтринного детектора в КМН будет использован Большой аргонный секстрометр (БАРС), состоящий из двух горизонтальных криогенных танков, заполненных жидким аргоном, находящимся под давлением ≤ 3 атм. Длина каждого танка около двадцати метров, диаметр равен 4,3 м, объем внутреннего сосуда около 200 м³. Внутри каждого криостата располагаются 24 секции ионизационных камер. Между секциями оставлены технологические зазоры (ширина каждого 5 см, рис.1).

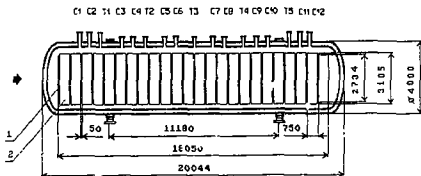


Рис. 1. Схема размещения ионизационных камер и плоскостей сцинтилляционного триггера в одном из криогенных танков БАРС: 1) 1-ая плоскость сцинтилляционного триггера; 2) 1-ая ионизационная камера; T_i ($i=1,5$) - тройки фланцев для вывода высоковольтных и сигнальных кабелей триггерных плоскостей; C_i ($i=1,12$) - тройки фланцев для вывода высоковольтных, сигнальных и кабельных кабелей ионизационных камер.

Точность временной привязки нейтринных взаимодействий к событию, зарегистрированному в системе мечения, определяет уровень фона установки. При максимальной планируемой интенсивности мезонного пучка ($\approx 1.5 \times 10^9 K^+ \approx 10^{10} \pi^+$) для $E=35$ ГэВ в станции мечения (распаянная длина ≈ 80 м) на каждое нейтринное событие, зафиксированное триггером нейтринного детектора, в станции мечения будет зарегистрировано $I \times T$ распадов мезонов, где $I(K^+) \approx I(\pi^+) \approx 4 \times 10^6$ распадов/с и T - ширина временного stroba, вырабатываемого триггером БАРС. При strobe $T \approx 5$ нс количество зарегистрированных станцией мечения событий (≈ 4) позволяет без особых затруднений осуществить процедуру пространственной привязки вершины зарегистрированного нейтринного события и соответствующей ей вершины родительского распада. Следовательно, временное разрешение триггера БАРС должно быть не хуже 5 нс. Необходимо также стремиться сделать минимальным среднее время формирования триггера, так как оно определяет длину высокочастотных компенсационных кабелей станции мечения.

Поэтому при рассмотрении различных способов организации триггера необходимо учитывать следующие требования, предъявляемые к быстрому триггеру БАРС:

- временное разрешение не хуже 5 нс;
- высокая эффективность (больше 90%);
- возможно меньшее время формирования триггера;
- триггер должен обладать максимально возможной геометрической эффективностью;
- триггер должен эффективно работать в условиях низких температур (жидкого аргона) и повышенного давления (до трех атмосфер); при этом конструкция должна быть такой, чтобы внесение дополнительных материалов в нейтринный детектор было незначительным, а используемые материалы не содержали электроотрицательных примесей, приводящих к "отравлению" аргона.

1.2. Возможные методы формирования триггера

Существуют следующие возможности получить быстрый триггерный сигнал:

- 1) использование сигналов с ионизационных камер;
- 2) регистрация сцинтилляций жидкого аргона;
- 3) использование сцинтилляционных счетчиков.

Преимущества первого способа состоят в том, что он не требует дополнительных затрат на производство триггера и, безусловно, не ухудшает

чистоту аргона, однако временное разрешение позиционных камер составляет около 90 нс, к тому же время формирования триггера ≈ 1 мкс, что делает непригодным его для использования в качестве быстрого триггера.

Другой метод формирования триггера заключается в регистрации сцинтилляций жидкого аргона. Для быстрой сцинтилляционной компоненты (≤ 100 нс) число фотонов (N), излученных жидким аргоном при ионизации минимально ионизирующей частицей, описывается формулой $N \approx 0.005 \times \Delta E$ (эВ/см) [2], то есть световыход ($\Delta E \approx 2.1$ МэВ/см в жидком аргоне) и время высвечивания приемлемы для использования в быстром триггере БАРС. Однако спектр свечения жидкого аргона находится в области вакуумного ультрафиолета ($\lambda = 130$ нм), что существенно затрудняет его регистрацию обычными светоприемниками. Поэтому для регистрации сцинтилляций жидкого аргона необходимо использовать преобразователь спектра, который должен удовлетворять следующим условиям:

- 1) иметь малое время перензлучения;
- 2) не "отравлять" электроотрицательными примесями жидкий аргон;
- 3) спектр перензлучения должен совпадать с областью чувствительности светоприемника.

С помощью стандартных пластмассовых сместителей спектра такой жесткий ультрафиолетовый свет жидкого аргона не удается перензлучить, так как органическая основа этих конверторов к нему не прозрачна. Известно, что в газовых детекторах для перензлучения света аргона используют азот. Добавление в качестве перензлучателя жидкого азота в жидкий аргон проблематично из-за разных плотностей и температур кипения жидкостей, а это затрудняет равномерное распределение азота в аргоне, необходимое для эффективного перензлучения сцинтилляций аргона.

В отличие от двух вышеописанных методов, использование в качестве быстрого триггера сцинтилляционных счетчиков на основе пластических сцинтилляторов представляется более оптимистичным ввиду их важнейших свойств:

- малое времени высвечивания ($3 \div 10$ нс);
- возможности производства сцинтилляторов с необходимыми характеристиками (световыход, прозрачность к собственному излучению, геометрическая форма).

Существенно также то, что световыход пластических сцинтилляторов не уменьшается, а даже растет для некоторых типов сцинтилляторов при

охлаждения до $T \approx -200^\circ \text{C}$ [3]. Количество газовыделений органических стёкол [4] позволяет быть уверенным в том, что такие сцинтилляторы не "отравляют" жидкий аргон.

1.3. Конструкция быстрого триггера БАРС

Конструкция ионизационных камер БАРС позволяет использовать для размещения сцинтилляционных счетчиков промежутки (5 см) между ионизационными камерами, расположенными в криостате через каждые 75 см. Для уменьшения ошибки триггера в определенном моменте нейтринного взаимодействия желательно разместить триггерные плоскости в каждом из этих зазоров и перед первой ионизационной камерой. Таким образом, полная площадь счетчиков в БАРСе должна составить $\approx 230 \text{ м}^2$. В этих условиях естественен выбор пластических сцинтилляторов в качестве основы счетчиков.

Одной из проблем при создании сцинтилляционного триггера является вопрос о размещении светоприемников. Анализ показал, что выведение светоприемников за пределы криостатов БАРС представляет значительные трудности. Поэтому более целесообразным представляется подбор светоприемников из производимых промышленностью или изготовления их такими, чтобы они могли работать в условиях криогенных температур и повышенного давления ($P \leq 3 \text{ атм.}$).

Использование светоприемников внутри криостата позволяет также осуществлять просмотр сцинтилляционных пластин одновременно с двух сторон. При этом возможно осуществить процедуру выработки координатно независимого сигнала по типу peak-timer [5], что увеличивает точность временной привязки к нейтринному событию.

Существенным является вопрос о выборе варианта сбора света от сцинтиллятора на светоприемник, при том, что допустимый диаметр входного окна светоприемника должен быть заведомо меньше 5 см, то есть $2 \div 3 \text{ см}$. Триггерную плоскость ("диаметром" $\approx 2.5 \text{ м}$) естественно набирать из полос сцинтиллятора длиной от 2.5 до 0.6 м. Выбор ширины полосы сцинтиллятора определяется требованиями, с одной стороны, эффективного сбора света, с другой - сокращением числа светоприемников. Толщина сцинтиллятора, в свою очередь, определяется, с одной стороны, требованиями увеличения количества света, с другой - реальными возможностями производства сцинтиллятора и требованиями минимизации постороннего вещества в детекторе. Разумным представляется сечение сцинтилляционной полосы ($\approx 30 \times 2$) см², то есть 8 полос сцинтиллятора

и соответственно 16 светоприемников на триггерную плоскость.

Сбор света на светоприемник малого диаметра возможен двумя способами:

- непосредственно со сцинтиллятора через световод;
- с помощью переносителя.

Количество света, подводимого от сцинтиллятора к светоприемнику с помощью "квазиadiaбатического" световода [6], равно отношению площади светоприемника S_{cp} к выходному "окну" сцинтиллятора $S_{cн}$. В нашем случае $S_{cн}(30 \times 2) = 60 \text{ см}^2$, $S_{cp} \approx 5 \text{ см}^2$ ($\varnothing 2.5 \text{ см}$), $S_{cp}/S_{cн} \approx 0.08$. Невозможность осуществить оптический контакт между световодом и сцинтиллятором из-за условий эксплуатации БАРС, а также то, что световод не может быть достаточно длинным из-за близости корпуса криостата к ионизационным камерам ($\approx 20 \text{ см}$), приведут к еще большим потерям света.

Использование переносителя спектра, выполненного на основе пластического стекла, для сбора света со сцинтилляционных пластин на светоприемник предпочтительнее, чем непосредственный просмотр сцинтилляторов, по следующим причинам:

- нет нужды в производстве неэффективного световода, потому что переноситель сам является световодом, причем если он будет размещен между сцинтилляционными полосами, то поперечное сечение его ($0.5 \div 1.0 \times 2 \text{ см}^2$) полностью вписывается в рабочую площадь светоприемника;
- возможность хорошего подбора спектра высвечивания люминесцентной добавки, вводимой в переноситель, к спектральной чувствительности светоприемника позволяет избежать нежелательных потерь света;
- возможность (выбором оптимальной концентрации люминесцентной добавки) получения переносителей с хорошей длиной затухания к переносимому свету ($1.5 \div 2 \text{ м}$) при достаточном коэффициенте концентрирования света, захваченного от сцинтилляционной пластины;
- применение световода при ограниченных размерах триггерной плоскости приводит к уменьшению полезной площади сцинтиллятора и снижает геометрическую эффективность триггерной плоскости в целом; использование переносителя позволяет избежать также и этой проблемы.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Различные компоненты триггерной плоскости (фотоумножители, пластины сцинтилляторов и полосы переносителей) должны быть подобраны

ны таким образом, чтобы удовлетворять требованиям, предъявляемым к быстрому триггеру БАРС.

2.1. Выбор светоприемника

Спектр высвечивания пластических спинтиляторов и переносчиков хорошо согласуется со спектральной чувствительностью фотоумножителей, кроме того они имеют большой диаметр входного окна, чем полупроводниковые фотоэлементы. Известно также, что шумы ФЭУ существенно уменьшаются при охлаждении до криогенных температур, причем чувствительность некоторых из них при этом практически не меняется [7]. Для выяснения работоспособности разных типов фотоумножителей при низких температурах использовался светозолпированный кожоб. сконструированный таким образом, чтобы можно было производить измерения амплитуды света с фотоумножителей как на воздухе, так и в жидком азоте. Делитель напряжения питания монтировался непосредственно на панельке ФЭУ. Световой сигнал подводился к фотокатоду ФЭУ по волокну с керном из полиметилметакрилата (ПММА). Световолокно засвечивалось зеленым светодиодом, который использовался для контроля работоспособности фотоумножителя. Длина волны светодиода примерно соответствует длине волны света, транспортируемого переносчиком к фотоумножителю. Жидкий азот был выбран потому, что температура его ниже температуры жидкого аргона, а цена существенно меньше. Изучалось изменение амплитуды сигнала с ФЭУ при постоянной засветке фотокатода до и после охлаждения светоприемника до температуры жидкого азота.

Было исследовано поведение ФЭУ-84-3, ФЭУ-85, ФЭУ-130, ФЭУ-140, ФЭУ-30. Из светоприемников, работавших при низких температурах, наиболее дешевым, доступным и приемлемым по геометрическим размерам является ФЭУ-84-3, диаметр фотокатода которого равен 25 мм. Испытания показали, что ФЭУ-84-3 не уменьшает амплитуды светового сигнала при переходе от воздуха к азоту. Амплитуда других ФЭУ уменьшается в пределах $100 \div 1000$ раз.

Дальнейшее изучение позволило установить высокую стабильность работы ФЭУ-84-3 совместно со стандартным делителем при низких температурах, как в жидком азоте, так и в жидком аргоне. Многократные циклы (≈ 30 раз) охлаждения до температуры жидкого аргона и нагрева до комнатной температуры не ухудшают рабочих характеристик ФЭУ-84-3.

Для проверки работоспособности ФЭУ-84-3 при высоком давлении была отобрана партия в 20 штук. Шумовые характеристики всех ФЭУ (частота импульсов и их амплитуда) до и после пускания всей партии в течение трех суток под давлением 8 атм остались неизменными. На другой партии ФЭУ установлено, что критическим давлением (при котором возникают разрушения и разгерметизация) являются 15 атм.

2.2. Характеристики сцинтилляторов и перезлучателей

Временное разрешение ΔT триггерного модуля (сцинтиллятор + перезлучатель + ФЭУ) пропорционально: $\Delta T \approx \tau / (\sqrt{N_g})$, где τ - время высвечивания пары сцинтиллятор + перезлучатель, N_g - число фотоэлектронов, регистрируемых ФЭУ. Для достижения хорошего временного разрешения надо стремиться к тому, чтобы τ сделать минимальным, а N_g - максимальным. Для того чтобы эффективность триггера была больше 90%, число фотоэлектронов при регистрации света с дальнего конца модуля должно быть больше трех.

Была исследована возможность использования производимых промышленностью (в СССР и за рубежом) сцинтилляторов и перезлучателей. С этой целью был измерен световыход девяти пар (три сцинтиллятора и три перезлучателя, спектр люминесценции которых находится в области спектральной чувствительности ФЭУ-84-3 [8]). Геометрические размеры сцинтилляторов - $200 \times 200 \times 10$ мм³, перезлучателей - $500 \times 10 \times 3$ мм³. Все образцы полированы по всей поверхности. Схема измерений показана на рис. 2. В светопрозрачном коробе, приспособленном для заполнения жидким азотом или аргонном, исследуемая пара (сцинтиллятор + перезлучатель) размещалась так, чтобы сцинтилляционный свет от сцинтиллятора собирался со стороны 200×10 мм². Участок перезлучателя между сцинтиллятором и ФЭУ (30 см) использовался только как световод с той целью, чтобы уменьшить долю фотонов, попадающих на ФЭУ без отражений на гранях перезлучателя. Этот случай более соответствует протяженным перезлучателям будущего триггера и не приводит к "искусственному" улучшению временного разрешения изучаемой пары. На удаленный от ФЭУ торец перезлучателя был нанесен черный лак для того, чтобы исключить регистрацию отраженных фотонов.

Частицы космического фона облучали испытываемый сцинтиллятор, помещенный между сцинтилляторами триггерных счетчиков (размерами $200 \times 200 \times 10$ мм³), сигналы от которых через формирователи поступали на схему совпадений и использовались как разрешающие ворота для амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП). Свет от изучаемого

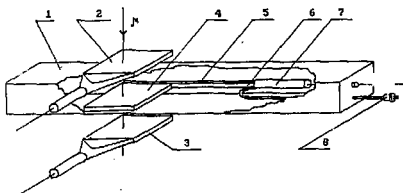
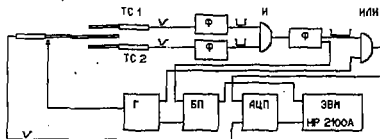


Рис. 2. Схема измерения световыходов пар (сцинтиллятор + переключатель): 1) светонепроницаемый короб, заполненный жидким аргоном; 2), 3) триггерные счетчики; 4), 5) шлюзовые сцинтилляторы и переключатель; 6) световолокно с зеркалом из ПММА; 7) ФЭУ; 8) светодиод.

образца попадал на фотокатод ФЭУ (калибруемый светодиодом), сигнал с которого в АЦП преобразовывался в цифровой код и считывался в ЭВМ ИР 2100А (рис.3).



Триггерная схема сбора информации при измерении световыходов пар и калибровки ФЭУ: Г - генератор; БП - блок питания; АЦП - "аналог-цифра" преобразователь; ТС1, ТС2 - триггерные счетчики.

Результаты измерений, выполненных для всех пар на воздухе, представлены в таблице. Среди сцинтилляторов у полистирольного ПС-131 световыход немного лучше, чем у ALGUSTIPE (blue), выполненного на основе ПММА. Измерения, проведенные для этих двух пар в жидком аргоне, не показали ухудшения световыходов. Было также установлено, что полистирольный сцинтиллятор при работе в низких температурах нуждается в весьма деликатном обращении: на нем могут образовываться

ся трещины как в местах конструктивных напряжений, так и в случае быстрого охлаждения.

Таблица 1. Количество фотоэлектронов, регистрируемое ФЭУ-84-3 для различных сцинтилляторов и переносителей (подробнее в тексте)

Переноситель (основа)	Сцинтиллятор		
	ПС	ПС	ALTUSTIPE
	131	ИФВЭ	BLUE
POLYVAR (ПММА)	1.6	0.5	1.5
ИФВЭ (ПММА)	1.4	1.3	2.9
DYE LASER (ПММА)	5.4	2.7	5.1

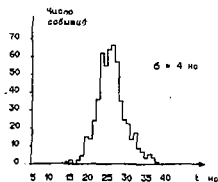
Паспортные значения времени высвечивания ПС-131 – 3 нс, ALTUSTIPE (blue) – 7 нс.

Для переносителя DYE LASER ($\tau \approx 9$ нс) была определена длина поглощения к собственному свету $\lambda_{DL} \approx 90$ см. Переноситель (геометрическими размерами $1300 \times 10 \times 3$ мм³) совмещался вдоль 10-мм грани со сцинтиллятором ($1000 \times 200 \times 10$ мм³) таким образом, чтобы измерение света, регистрируемого ФЭУ в зависимости от положения триггерных счетчиков космических частиц, соответствовало описанному выше способу измерения световыходов пар.

Чтобы проверить достаточность количества света ($N_s \approx 5$) для получения требуемого от быстрого триггера БАРС временного разрешения были выполнены временные измерения сцинтиллятора на основе ПММА ALTUSTIPE и переносителя на основе ПММА – DYE LASER. Для этого использовался описанный стенд, светонепрозрачный короб которого был заполнен жидким азотом. Сигнал со схемы совпадения от триггерных сцинтилляционных счетчиков (ФЭУ-30), между которыми размещался исследуемый образец сцинтиллятора, подавался на "старт" вход время-аналогового преобразователя (ВАП). Сигнал от ФЭУ-84-3, который регистрировал свет от переносителя, подавался на "стоп" вход ВАП. выходной сигнал ВАП подавался на электронику амплитудного анализа и обрабатывался таким же образом, как и в случае измерения количества света. На рис.4 показана временная зависимость сигналов с ФЭУ-84-3 от момента прохождения космической частицей телескоп счетчиков. Из которой следует, что для достижения требуемого временного разрешения

фотоумножители быстрого сцинтилляционного триггера БАРС должны регистрировать не менее 5 фотоэлектронов за сцинтилляционную вспышку.

Рис. 4. Распределение времени срабатывания ФЭУ-84-3 на световой сигнал пары (сцинтиллятор ALUSTIPE BLUE + переизлучатель DYE LASER) в зависимости от момента срабатывания триггера космических частиц.



Для увеличения светосбора от одной пластины целесообразно регистрировать свет с двух граней сцинтиллятора. Это можно осуществить двумя способами:

- два изогнутых переизлучателя подводят свет к одному ФЭУ (рис.5а);
- два прямых переизлучателя подводят свет к разным ФЭУ, электронные сигналы с которых суммируются (рис.5б).

Были изучены обе возможности и установлено, что в первом случае сигнал на 30% меньше, что обусловлено потерей света на изгибах и дополнительной длине переизлучателей.

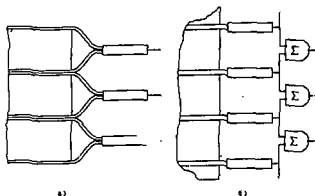


Рис. 5. Возможные варианты сбора света со сцинтилляционных пластин с помощью переизлучателя: а) изогнутого, б) прямого.

2.3. Обсуждение результатов

Экспериментальные исследования показали, что для создания быстрого триггера БАРС можно использовать сцинтилляторы на основе полистирола и полиметилметакрилата. Однако сцинтиллятор на основе ПММА, несмотря на меньший световой выход относительно полистирольного, предпочтительнее, так как:

- он почти в 10 раз дешевле;
- легче поддается механической обработке;
- обладает большей механической прочностью в условиях криогенных температур;
- естественная радиоактивность сцинтилляторов на основе ПММА примерно в 3 раза ниже, чем у сцинтилляторов на основе полистирола [9].

Из полученных данных видно, что для сцинтиллятора (максимум спектра высвечивания ≈ 435 нм [10]) толщиной 1 см при сборе света одним переизлучателем (паспортные значения максимумов спектра поглощения ≈ 400 нм, спектра высвечивания ≈ 481 нм) ($\lambda \approx 90$ см) с расстояния ≈ 40 см с помощью ФЭУ-84-3 можно зарегистрировать ≈ 5 фотоэлектронов. Тогда с расстояния ≈ 2.5 метров при прозрачности переизлучателя $\lambda \approx 2$ м можно ожидать $1 \div 2$ фотоэлектронов. Использование двух переизлучателей позволит увеличить это число до $2 \div 4$. Увеличение толщины сцинтиллятора до двух сантиметров позволит удвоить светосбор. Следовательно, использование сбора света двумя переизлучателями сечением 2×1 см² (что дополнительно увеличит количество перехваченного от сцинтиллятора света и улучшит прозрачность к переизлученному) с пластины толщиной 2 см обеспечит необходимые эффективность и временное разрешение, если время высвечивания пары (сцинтиллятор + переизлучатель) $\tau \leq 10$ нс. Предлагаемая конструкция триггерной плоскости показана на рис.6.

В данной конструкции один переизлучатель просматривает две соседние сцинтилляционные пластины. Преимущества данной конструкции:

- использование прямых переизлучателей исключает потери света на изгибах; они просты в изготовлении и позволяют увеличить площадь триггерной плоскости;

- просмотр одним переизлучателем двух соседних сцинтилляционных пластин приводит к повышению надежности триггерной плоскости в целом, так как выход из строя отдельного ФЭУ существенно не снижает эффективности триггера; кроме того это позволяет уменьшить число ФЭУ с 16 до 14 для одной плоскости или на 96 штук для всего нейтринного детектора.

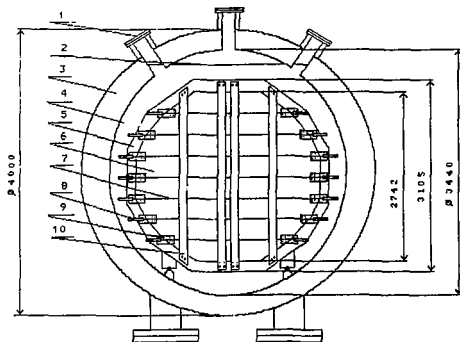


Рис. 6. Вид в плоскости быстрого сцинтилляционного триггера, закрепленной на верхней стороне земного электрода ионизационной камеры, внутри криостата БАРС. 1) патрубки и фланцы для вывода высоковольтных и сигнальных кабелей триггерных счетчиков; 2) уровень заполнения криостата аргоном; 3) вакуумная полость криостата; 4) внутренняя полость криостата; 5) земельный электрод ионизационной камеры; 6) сцинтилляционная полоса; 7) переключатель; 8) ФЭУ в кожухе из нержавеющей стали; 9) накладки из оргстекла для крепления кожуха ФЭУ к полосам сцинтиллятора; 10) полосы из дюралюминия для крепления плоскости сцинтилляционного триггера к ионизационной камере.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные различные методы организации триггера $B_{7,1}^{13}Ca$ и предложена конструкция быстрого сцинтилляционного триггера. В результате экспериментальных исследований, проведенных с основными функциональными узлами (сцинтиллятор, переизлучатель, ФЭУ, делитель) выбран ФЭУ-84-3 и стандартный для него делитель, а также установлено, что для создания высокоэффективного ($\epsilon \geq 90\%$) быстрого ($\Delta T \leq 5$ нс) триггера, работоспособного в жидком аргоне при повышенном давлении ($P \leq 3$ атм.), необходимо разработать и произвести специально предназначенные для этого сцинтиллятор и переизлучатель на основе полиметилметакрилата. Сцинтиллятор (геометрические размеры $\approx 2500 \times 300 \times 20$ мм³) должен быть сравним по световыходу с полистирольным ПС 131 и иметь спектр высвечивания, согласованный со спектром поглощения переизлучателя. Переизлучатель (геометрические размеры $\approx 2500 \times 20 \times 10$ мм³) должен, кроме согласованного с областью чувствительности ФЭУ спектра высвечивания, иметь длину поглощения к собственному свету $\lambda \geq 2$ метров. В работе также показано, что вполне достижимым является требование малого собственного времени высвечивания пары (сцинтиллятор + переизлучатель) $t \leq 10$ нс.

В заключение считаем своей приятной обязанностью выразить признательность А.Г.Денисову за ценные замечания и за предоставление в наше распоряжение экспериментального оборудования. Мы также благодарим Ю.М.Свиридова за полезное обсуждение текста данной работы.

Список литературы

- [1] Денисов С.П. Пучки меченых нейтрино - новый шаг в металлургии нейтринных исследований/ Текст лекций. - М.: МИФИ, 1984.
- [2] Delfosse A. et al.// NIM. 1978. V. 156. P. 425.
- [3] Медведев М.Н. Сцинтилляционные детекторы. - М.: Атомиздат, 1977, 136 с.
- [4] Гетманенко Е.Н. и др. Влияние рецептуры и технологии изготовления органических стекол на качественный и количественный состав газоразделений: В сб.: Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции по состоянию исследований и перспективам развития технологии получения и переработке (мет)акрилатов. - Черкассы, 1987, с. 78.
- [5] Аммосов В.В. и др.// ПТЭ. 1990. Т. 6. С. 54.
- [6] Stabb D.G. et al.// NIM. 1966. V. 45. P. 301.
- [7] Сепченков А.П. Техника физического эксперимента. - М.: Энергоатомиздат, 1983, 240 с.
- [8] Евдокимов В.Н. и др. - Препринт ИФВЭ 86-34, Серпухов, 1986.
- [9] Барашков Н.Н., Гундер О.А. Флуоресцирующие полимеры. - М.: Химия, 1987, с. 224.
- [10] Aurouet C. et al.// NIM. 1980. V. 169. P. 57.

Рукопись поступила 10 февраля 1992 г.

С.В.Беликов и др.

О возможности создания сверхкритического триггера
для экранированного нейтрального детектора.

Редактор М.Л.Фелдманкина. Технический редактор Л.П.Тимкина.

Подписано к печати 11.02.92. Формат 60х90/16.
Офсетная печать. Печ.л. 0,94. Уч.-изд.л. 1,07. Тираж 260.
Заказ 156. Индекс 3649. Цена 1 руб. 60 коп.

Институт физики высоких энергий, Г42284, Протвино
Московская обл.

I руб. 60 коп.

Индекс 3649

П Р Е П Р И Н Т 92-24, И Ф В Э, 1992