

НОВАЯ РЕГИСТРИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ЧЕРЕНКОВСКОГО ВОДНОГО ДЕТЕКТОРА НЕВОД

С. С. Хохлов¹, И. А. Воробьев¹, В. Г. Гулый², И. С. Карцев²,
В. В. Киндин¹, К. Г. Компаниец¹, М. А. Королев², А. А. Петрухин¹,
В. В. Шутенко¹, И. И. Яшин¹

Приводится описание новой регистрирующей системы черенковского водного детектора НЕВОД, создание которой предусматривает замену фотоумножителей в квазисферических модулях существующей пространственной решетки на низкошумящие ФЭУ-200, расширение динамического диапазона ФЭУ с целью изучения событий с энергиями выше 10^{17} эВ, переход к кластерному принципу организации и возможность работы в годоскопическом режиме.

Ключевые слова: космические лучи, регистрирующая система, черенковский водный детектор.

В МИФИ с 1994 г. работает первый в мире многофункциональный черенковский водный детектор (ЧВД)–НЕВОД [1] (2000 м^3), предназначенный для исследования всех основных компонент космических лучей на поверхности Земли. Для регистрации черенковского излучения был разработан квазисферический модуль (КСМ), который представляет собой автономный детектор, состоящий из шести крупногабаритных ФЭУ с плоским фотокатодом, ориентированных вдоль осей ортогональной системы координат (рис. 1). Такая система обладает свойством квазисферичности отклика, так как сумма квадратов амплитуд сигналов ФЭУ не зависит от углов падения черенковского излучения на фотокатоды. На внутримодульном уровне осуществлялась регистрация, оцифровка сигналов и формирование триггерных сигналов первого уровня, при условии двукратного совпадения сигналов двух любых соседних ФЭУ. КСМ размещены в вод-

¹ Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Федеральное агентство по образованию, Москва 115409, Каширское шоссе, 31; e-mail: SSKhokhlov@mephi.ru

² СНИИП-Плюс, Москва 123060, ул. Расплетина, 5; e-mail: www.sniip-plus.ru

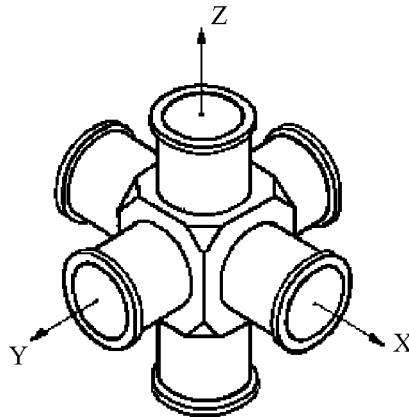


Рис. 1: КСМ.

ном объеме в виде гирлянд по 3 или 4 модуля, образуя регулярную пространственную решетку, обладающую свойствами 4π детектора (рис. 2).

В процессе эксплуатации ЧВД были успешно решены основные поставленные задачи: регистрация атмосферных нейтрино на поверхности Земли; совместные с координатным детектором ДЕКОР [2] исследования мюонной компоненты и др. Однако за 15 лет работы электроника ЧВД морально и физически устарела.

Поэтому была разработана новая регистрирующая система (РС) на современной элементной базе, которая расширяет круг решаемых задач:

- обеспечение годоскопического режима регистрации для мюонной диагностики процессов в гелиосфере и атмосфере Земли;
- переход к регистрации событий с большими энерговыделениями, генерируемыми частицами первичных КЛ с энергией $> 10^{17}$ эВ.

РС создана на современной аппаратной базе с использованием малошумящих (~ 5 кГц) 12-диодных отечественных фотоумножителей ФЭУ-200, что дало возможность отказаться от двухкратных совпадений и перейти к годоскопическому режиму работы детектора. Система имеет широкий динамический диапазон интенсивности регистрируемых световых вспышек ($1 - 10^5$ ф. эл.) за счет съема информации с 9-го и 12-го диодов. Это позволит анализировать события с мощными энерговыделениями в ЧВД.

Новая РС имеет многоуровневую архитектуру сбора и обработки данных. В состав РС входят внутримодульная электроника, блоки электроники кластеров (БЭК) и триггерная система. Внутримодульная электроника обеспечивает формирование и переда-

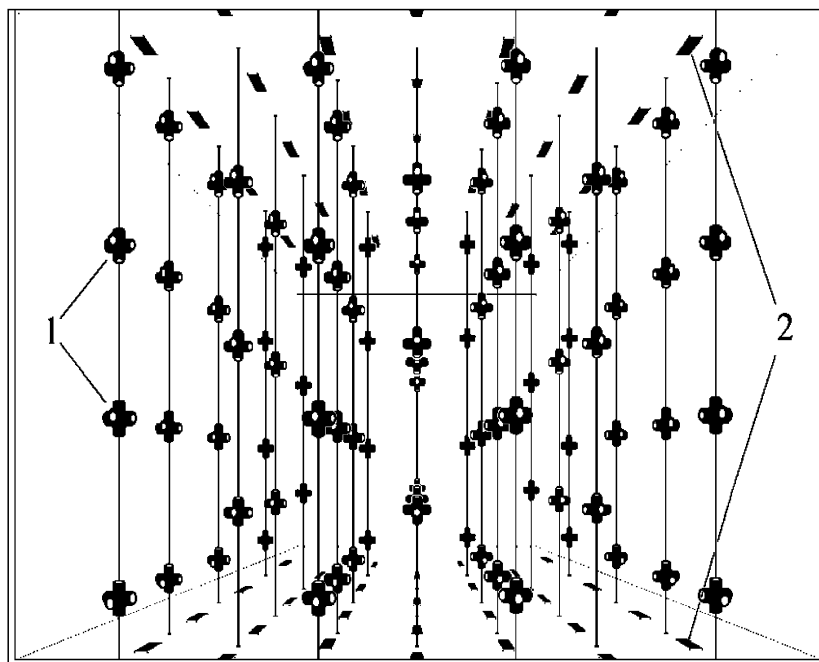


Рис. 2: Детектирующая система ЧВД НЕВОД: 1 – квазисферические модули, 2 – сцинтилляционные калибровочные телескопы.

чу сигналов-откликов ФЭУ-200. Для контроля стабильности работы фотоумножителей предусмотрена светодиодная система мониторинга. Функции оцифровки сигналов с ФЭУ, выработки триггерных сигналов первого уровня и обмена данными с системами верхнего уровня перенесены из КСМ в БЭК, что упростило схемотехническое решение внутримодульной электроники и повысило её надежность.

Блоки электроники кластеров располагаются в герметичных корпусах, закрепленных под крышкой бассейна выше уровня воды, и объединяют до четырех КСМ в единый измерительный кластер. Для обеспечения эффективного отбора различных событий в детекторе логика БЭК вырабатывает триггерные сигналы трех типов для каждого КСМ: “а” (any) – логическое “ИЛИ” шести сигналов с 12-х диодов ФЭУ – предназначен для регистрации одиночных мюонов; “b” (bottom) – сигнал от ФЭУ, фотокатод которого направлен вниз, – предназначен для выделения околоризонтальных событий и событий из нижней полусферы; “с” (coincidence) – совпадение сигналов от любых двух ФЭУ, кроме противоположно направленных, в пределах временного окна 150 нс – выделяет события с большими энерговыделениями в объеме детектора. Триггерные сигналы от всех БЭК детектора поступают в триггерную систему, где производится анализ сра-

ботавшей конфигурации. Триггерная система обеспечивает подсчет живого времени установки, контроль триггерных сигналов и выработку общесистемного сигнала “Хранение”, при получении которого все БЭК детектора передают данные на центральную ЭВМ. Сигнал “Хранение” также может быть выработан при получении триггеров с других установок экспериментального комплекса. Кластерный принцип организации позволяет легко расширить РС за счет подключения к ней новых кластеров.

Работа выполнена в Научно-образовательном центре НЕВОД в рамках инновационно-образовательной программы МИФИ при поддержке Рособразования и Роснауки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] В. М. Айнутдинов и др., Инженерная физика, № 4, 71 (2000).
- [2] Н. С. Барбашина и др., Приборы и техника эксперимента, № 6, 20 (2000).

По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара “Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики”, Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.

Поступила в редакцию 24 марта 2010 г.