

УДК 520.24

ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА ВРЕМЕННОЙ КАЛИБРОВКИ БАЙКАЛЬСКОГО НЕЙТРИННОГО ТЕЛЕСКОПА NT-200+

Т.И. Гресс, Р.Р. Миргазов, А.С. Немоляев

LASER SYSTEM OF TIME CALIBRATION OF NT-200+ BAIKAL NEUTRINO TELESCOPE

T.I. Gress, R.R. Mirgazov, A.S. Nemolyaev

Весной 2005 г. завершены работы по увеличению эффективного объема Байкальского глубоководного нейтринного телескопа NT-200 (см. рис. 1) более чем в 100 раз для регистрации нейтрино сверхвысоких энергий. Для этого развернуты три дополнительные гирлянды с оптическими модулями, которые расположены в вершинах треугольника на расстоянии 100 м от NT-200, который находится в центре (рис. 1, 2). Новая установка получила название NT-200+. Основной информацией для восстановления событий являются времена срабатывания оптических модулей установки при попадании на них черенковских фотонов от мюонов и каскадных ливней, порожденных нейтрино.

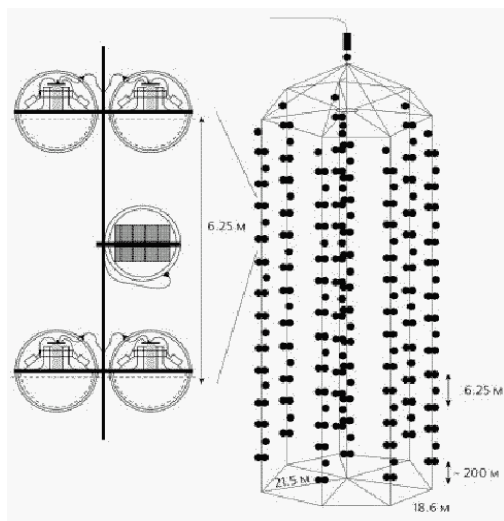


Рис. 1. Схема расположения оптических модулей (детекторов черенковского излучения) нейтринного телескопа NT-200.

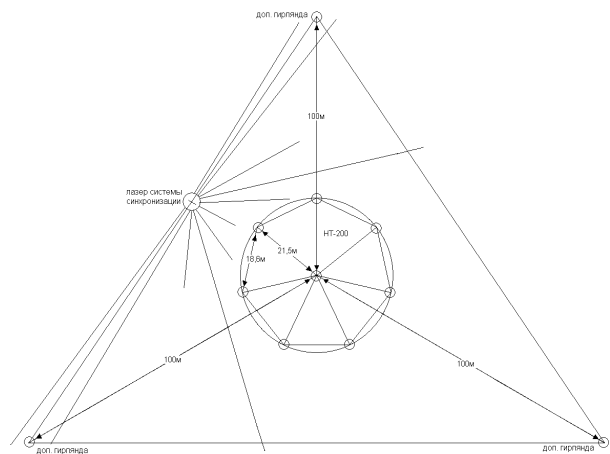


Рис. 2. NT-200+, вид сверху. Взаимное расположение лазера синхронизации и всех гирлянд.

Одной из наиболее трудных экспериментальных задач, стоявших при проектировании Нейтринного телескопа NT-200+, было создание системы временной синхронизации измерительных каналов установки, расположенных глубоко под водой на значительном (более 100 м) расстоянии друг от друга, с точностью порядка наносекунды. Поскольку конфигурация установки не позволяет осуществлять синхронизацию каналов NT-200 и внешних гирлянд с помощью сигналов, передаваемых по кабелям, было предложено проводить измерения временных сдвижек каналов (рассогласований временных трактов) путем регистрации световых вспышек, создаваемых лазером, находящимся в пределах эффективного объема установки. Для практической реализации этой идеи необходимо было определить оптимальное положение лазера, чтобы при минимальной мощности засвечивались все каналы установки. Причем, даже до самых дальних от лазера каналов должны доходить фотоны, не испытавшие существенной задержки за счет рассеяния по пути от лазера до оптических модулей, а для ближних каналов задержка не должна быть чрезмерной. При проектировании системы лазерной синхронизации необходимо было также учесть технические возможности и реализуемость тех или иных вариантов размещения лазера и создания кабельных линий для его электропитания и управления режимами работы.

С учетом приведенных выше обстоятельств лазер системы синхронизации Нейтринного телескопа NT-200+ размещен на буйковой станции, расположенной в середине отрезка между двумя внешними гирляндами на глубине 1300 м. Для синхронизации используется азотный лазер с длиной волны 337.1 нм. Число фотонов в импульсе порядка 1013, его ширина около 0.5 нс. Для изменения числа фотонов используется вращаемый шаговым двигателем диск с поглотителями, что позволяет ступенчатым образом уменьшать число фотонов до 0.3 % от максимального их числа. Для сдвига фотонов в область окна прозрачности байкальской воды световой импульс азотного лазера возбуждает лазер на красителе с максимумом излучения на длине волны 475 нм. Далее световой импульс конвертируется в изотропный с помощью специального рассеивающего устройства.

Устройство управления питанием калибровочного лазера (УУКПЛ) создано на базе гидрологического контроллера (рис. 3, 4). Оно распознает команды включения и выключения по шине данных. Коммутация калибровочного лазера осуществляется контроллером по команде с береговой ЭВМ. Рабочий цикл происходит в два основных этапа:

– передача команды от береговой ЭВМ гидрологическому контроллеру;

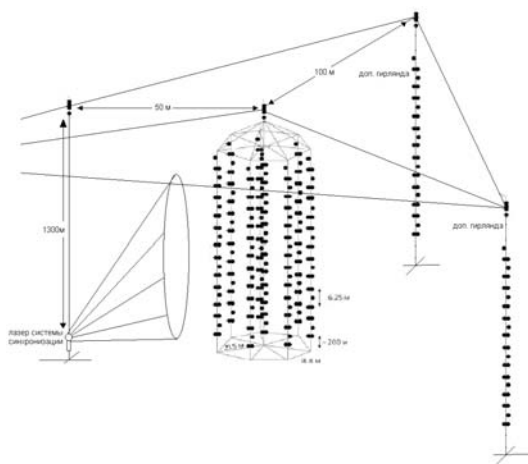


Рис. 3. NT-200+ вид с боку. Взаимное расположение лазера синхронизации и гирлянд с детекторами.

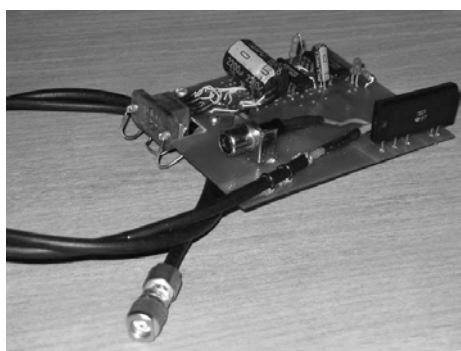


Рис. 4. Общий вид УУПКЛ.

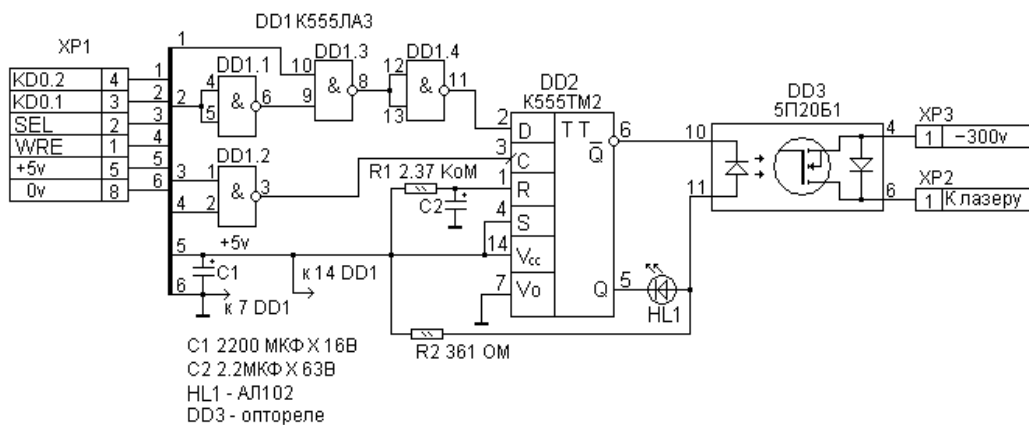


Рис. 5. Принципиальная схема УУПКЛ.

– фиксация команды в памяти устройства и коммутация калибровочного лазера посредством высоковольтного оптореле.

А теперь немного подробнее о УУПКЛ (рис. 4).

Интегрирующая цепь R1, C2 устанавливает начальное состояние лазера (выкл).

Микросхема DD1 отвечает за распознавание команды, DD2 запоминает команду, DD3 – оптореле, способное коммутировать нагрузку мощностью до 280 Вт – собственно и включает лазер. На рис. 5 показано, как реагирует схема на различные сигналы на входе.

По линиям KD0.2, KD0.1 приходит команда, линия SEL разрешает (M3, M3.3, M3.1) или запрещает (M3.2) ее выполнение, WRE – запускающий импульс (M3, M3.2, M3.3).

Использование данного устройства позволит не только сэкономить несколько километров кабеля, но и избавиться от ручного управления лазером, сделав его более удобным и эффективным.

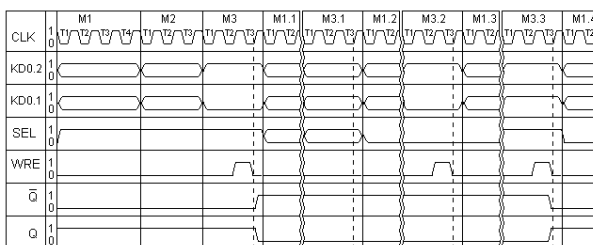


Рис. 6. Временная диаграмма сигналов: CLK – тактовые импульсы; KD0.2, KD0.1, SEL, WRE – сигналы шины данных; Q – сигнал на выходе.