

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор ФГБУ ГНЦ ИФВЭ  
НИЦ “Курчатовский институт”  
профессор Н.Е.Тюрин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный научный центр Российской Федерации - Институт физики высоких энергий" Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" на диссертационную работу Кулешова Дениса Александровича “Система сбора данных глубоководного нейтринного телескопа НТ1000”, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Хотя нейтринная астрономия – сравнительно молодое направление в астрофизике, в ней уже получен целый ряд выдающихся научных результатов, в частности, зарегистрирована нейтринная вспышка в Большом Магеллановом Облаке, обнаружены события от нейтрино сверхвысоких (>1 ПэВ) энергий. Основная особенность нейтрино – его высокая проникающая способность – делает нейтринную методику особенно привлекательной для исследования процессов в далёком космосе и внутри звёзд: информация, которую несут нейтрино, слабо искажается на его пути. Поэтому исследования в области нейтринной астрофизики на глубоководном байкальском телескопе НТ200+ и создающемся НТ1000 представляются весьма актуальными и важными. Другое, не менее интересное направление исследований – поиск так называемой “тёмной материи” во Вселенной. Дело в том, что видимая астрономами масса Вселенной составляет по современным представлениям малую долю от ожидаемой. Т.е. существует “невидимая материя”, которая должна обладать очень слабым взаимодействием. Она может состоять, например, из WIMP-частиц – массивных слабовзаимодействующих объектов, которые могут образовывать нейтрино высоких энергий. Следует также подчеркнуть, что исследования на НТ1000 важны не только для астрофизики, но их результаты могут самым серьёзным образом повлиять на наши представления о процессах, происходящих в микромире, дать указания на необходимость расширения Стандартной Модели.

Диссертация состоит из Введения, Заключение, Приложения и трёх глав. Во Введении анализируются физические проблемы, которые могут быть решены при помощи массивных детекторов, расположенных на больших глубинах, формулируются цель и основные задачи исследования.

В первой главе рассматривается современное состояние нейтринных телескопов ANTARES, AMANDA, IceCube, KM3Net и NT200+. Особое внимание уделяется их системам сбора данных, а также способам решения проблем, возникающих при организации крупномасштабных распределённых измерительных систем, работающих в тяжёлых условиях (под водой или подо льдом). Проведённый анализ позволяет Автору сформулировать основные требования к построению архитектуры системы сбора данных нейтринного телескопа.

Во второй главе подробно описывается структура и техническая реализация системы сбора данных нейтринного телескопа NT1000, спроектированной на основе требований, сформулированных в первой главе, и учитывающей особенности расположения установки в глубинах оз. Байкал. Разработанная система обеспечивает интеграцию разнородных регистрирующих систем, а использование относительно медленных линий передачи данных совместно с процедурой фильтрации сигналов позволяет уменьшить стоимость и время развёртывания установки.

Третья глава посвящена долговременным натурным испытаниям системы на первой очереди кластера NT1000 в 2013-2014 гг., во время которых были проверены различные режимы работы системы: амплитудная и временная калибровки от лазерных и светодиодных источников света, экспозиция в потоке космических мюонов. Продемонстрирована достаточно высокая надёжность работы системы.

При общем очень хорошем впечатлении о диссертации можно отметить следующие недостатки:

- Несмотря на то, что временные калибровочные коэффициенты, полученные методом попарной светодиодной калибровки, обеспечивают лучшую точность восстановления расстояния (Рис. 3.3.7), для восстановления положения лазера двумя гирляндами почему-то используются калибровочные коэффициенты, полученные методом измерения задержек в кабеле и ФЭУ (Рис. 3.3.8).
- Незначительное количество опечаток, например, “интерфейсный блок” на стр. 59, “длина линии данных” на стр. 87 и др.

Отмеченные недостатки не снижают общей высокой оценки диссертации, представляющей собой завершённую научно-исследовательскую работу. При выполнении исследований Кулешов Денис Александрович проявил себя как специалист высокой квалификации, а найденные им архитектурные и технические решения могут применяться в других экспериментах, использующих крупномасштабные распределённые системы сбора данных.

Диссертация “Система сбора данных глубоководного нейтринного телескопа NT1000” отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а Кулешов Денис Александрович заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Отзыв был заслушан и одобрен на семинаре лаборатории редких процессов Отделения экспериментальной физики ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ “Курчатовский институт”.

Директор ФГБУ ГНЦ ИФВЭ  
НИЦ “Курчатовский институт”,  
профессор

Н.Е. Тюрин

Главный научный сотрудник  
Отделения экспериментальной физики  
ФГБУ ГНЦ ИФВЭ  
НИЦ “Курчатовский институт”,  
академик

С.П. Денисов

Отзыв составил: кандидат физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник  
Отделения экспериментальной физики ФГБУ ГНЦ ИФВЭ  
НИЦ “Курчатовский институт”  
Тел.: (4967)713745, Эл. почта: [kozlov@ihep.ru](mailto:kozlov@ihep.ru)

А.В. Козелов

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный научный центр Российской Федерации - Институт физики высоких энергий"  
Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"  
(ФГБУ ГНЦ ИФВЭ),  
142281, Московская область, город Протвино, площадь Науки, дом 1,  
Тел.: (4967)713760, Факс: (4967)742824, e-mail: [fgbu@ihep.ru](mailto:fgbu@ihep.ru)

Подпись А.В. Козелова удостоверяю,  
учёный секретарь ФГБУ ГНЦ ИФВЭ  
НИЦ “Курчатовский институт”

Н.Н. Прокопенко

## СВЕДЕНИЯ О ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт физики высоких энергий» (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ).
2. Российская Федерация, Московская область, город Протвино.
3. 142281, Московская область, город Протвино, площадь Науки, дом 1; тел. (4967) 71-36-23; [fgbu@ihep.ru](mailto:fgbu@ihep.ru); <http://www.ihep.su>
4. *Список основных публикаций работников ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет.*
  1. Georges Aad, ..., Vladimir Ammosov, Sergey Denisov (IHEP) et al. Monitoring and data quality assessment of the ATLAS liquid argon calorimeter // JINST 9 (2014) P07024
  2. D. Liventsev, ..., K. Belous, A. Sokolov (IHEP) et al. Search for heavy neutrinos at Belle // Phys.Rev. D87 (2013) 071102
  3. Georges Aad, ..., Oleg Solovyanov, Sergey Denisov (IHEP) et al. Measurements of Higgs boson production and couplings in diboson final states with the ATLAS detector at the LHC // Phys.Lett. B726 (2013) 88-119
  4. C. Lazzeroni, ..., V. Semenov, O. Yushchenko (IHEP) et al. Test of Lepton Flavour Universality in  $K^+ \rightarrow l^+ \nu$  Decays // Phys.Lett. B698 (2011) 105-114
  5. P. Adamson, ..., V.K. Semenov (IHEP) et al. Observation in the MINOS far detector of the shadowing of cosmic rays by the sun and moon // Astropart.Phys. 34 (2011) 457-466
  6. P. Adamson, ..., V.K. Semenov (IHEP) et al. Neutrino and Antineutrino Inclusive Charged-current Cross Section Measurements with the MINOS Near Detector // Phys.Rev. D81 (2010) 072002
  7. G. Aad, ..., A. Borisov, S.P. Denisov (IHEP) et al. Commissioning of the ATLAS Muon Spectrometer with Cosmic Rays // Eur.Phys.J. C70 (2010) 875-916