

УТВЕРЖДАЮ
Директор Физического института
им. П.Н. Лебедева РАН
академик-корреспондент РАН
Колачевский Николай Николаевич



ноября 2023 года.

**Отзыв ведущей организации
на диссертационную работу
Ремнева Михаила Анатольевича
«Разработка программного обеспечения для системы сбора данных
электромагнитного калориметра детектора Belle II»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики**

Изучение CP-нарушений является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей физики элементарных частиц. Исследования, проведенные на В-фабриках Belle и Babar на статистике около 1 аб^{-1} , подтвердили правильность теории трех поколений кварков Kobаяши и Маскавы, что привело к присуждению последним Нобелевской премии по физике 2008 года. Следующий шаг в изучении CP-нарушений требует значительного (на порядки) увеличения статистики экспериментальных данных, для чего была создана так называемая супер В-фабрика и установка Belle II. Планируется, что за время ее работы будет получена рекордная статистика, соответствующая примерно 50 аб^{-1} . Столь значительное увеличение скорости набора данных с неизбежностью привело и к бóльшим загрузкам детектора, что, в свою очередь, обусловило повышение требований, предъявляемых к системам сбора данных. Работа Михаила Ремнева посвящена разработке программного обеспечения (ПО) одной из основных подсистем установки Belle II – электромагнитного калориметра. Созданное диссертантом программное обеспечение позволяет проводить весь комплекс работ по управлению калориметром: инициализацию и управление процессом считывания данных, работу системы медленного контроля для регистрации параметров работы подсистемы, контроля качества набираемых данных, а также обеспечивает необходимый интерфейс для дежурного оператора. В соответствии с вышеуказанным, работа Михаила Ремнева, несомненно, **актуальна. Кардинально новым** является набор использованных диссертантом подходов к реализации программного обеспечения, в частности, использование нового фреймворка NSM2 для системы медленного контроля, использование двух различных баз данных для хранения калибровочных констант и для конфигураций электроники. Впервые разработан с использованием методики быстрого прототипирования приложений пакет

программного обеспечения для фреймворка NSM2, созданы интерфейсы к нему на языках C и Python, написана библиотека pyNSM2, разработана система сборки, позволяющая автоматически интегрировать независимо разрабатываемые на разных языках программирования библиотеки NSM2 и pyNSM2.

Диссертация состоит из введения, 8 глав и заключения. Объём диссертации составляет 105 страниц, включая 42 рисунка и 1 таблицу. Список литературы содержит 117 наименований.

Во **введении** сформулированы цель и задачи работы, обсуждаются её новизна и значимость, а также перечислены выносимые на защиту положения. В **первой главе** приведено общее описание установки Belle II, ее электромагнитного калориметра, а также системы сбора данных и управления калориметром. **Вторая глава** посвящена обсуждению требований, предъявляемых к программному обеспечению установки, в частности, описывается специфика разработки ПО для установки Belle II. Обосновывается выбор программных средств, наилучшим образом подходящих для решения поставленных задач. В **третьей главе** описаны процедуры управления электронными компонентами электромагнитного калориметра и используемые для этого программные средства. **Четвертая глава** посвящена подробному описанию процедур и программных средств, используемых при инициализации калориметра. В **пятой главе** описана система медленного контроля калориметра, система управления калориметром во время набора данных и их пользовательские интерфейсы. Приводятся алгоритмы действий дежурной смены при наборе данных в различных ситуациях. **Шестая глава** посвящена описанию системы мониторинга качества набираемых данных, средств оповещения об ошибках и их интеграции с центральными сервисами ПО детектора Belle II. **Седьмая глава** описывает монитор светимости установки Belle II и программные средства по работе с ним. В **восьмой главе** описано программное обеспечение для обработки сохранённых калориметрических данных. Приводится описание ПО, призванного упростить обработку записанных файлов для детальной проверки качества данных. В **заключении** перечислены основные результаты работы.

Все результаты, приведенные в диссертации, являются **новыми**.

Приведенные в диссертации **результаты** были представлены на семинарах ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН и международных конференциях, **опубликованы** в статьях в рецензируемых журналах, входящих в список рекомендованных ВАК при Минобрнауки России и индексируемых базой данных Scopus, в том числе 5 из них по теме диссертации. Поэтому **обоснованность и достоверность** научных положений и выводов очевидна.

Автореферат **правильно** и **полно отражает содержание диссертации**.

Результаты и наработки, представленные в диссертации, активно **используются** коллаборацией Belle II, а также, могут послужить основой для разработки программного обеспечения калориметров в будущих детекторах, например в разрабатываемом сейчас детекторе для Супер чарм-тау фабрики.

Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования. Диссертация Ремнева М.А. демонстрирует глубокое знание автором методики эксперимента в физике частиц, мастерское владение информационными технологиями, в частности, проектирования и создания низко- и высокоуровневого программного обеспечения, навыки в проектировании интерфейсов, работы с базами данных, а также современных методов организации анализа данных. Диссертация разумно структурирована и содержит богатый иллюстративный материал. К недостаткам в оформлении можно отнести некоторое количество опечаток и злоупотребление англицизмами и научным сленгом. Указанные недостатки не являются существенными и не влияют на общую оценку работы.

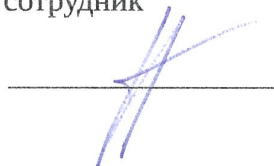
Диссертация Ремнева М.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи создания программного обеспечения экспериментальной установки Belle II, что имеет существенное значение для развития экспериментальной физики элементарных частиц.

Выполненное Ремневым М.А. исследование соответствует паспорту специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики», а также всем требованиям, предъявляемым п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики».

Диссертационная работа заслушана на научном семинаре лаборатории тяжёлых кварков и лептонов 29 сентября 2023 года. Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании Учёного совета лаборатории тяжёлых кварков и лептонов, ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 1 ноября 2023 года, протокол №22.

Председатель Учёного совета лаборатории тяжёлых кварков и лептонов,
ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
доктор физико-математических наук,
высококвалифицированный ведущий научный сотрудник

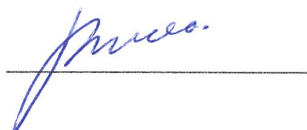
Г.В.Пахлова



Отзыв подготовил:
Чистов Руслан Николаевич,
кандидат физико-математических наук,

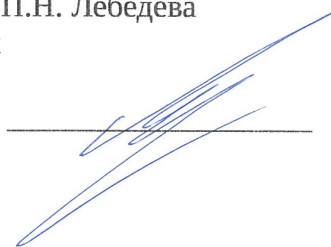
название и шифр специальности: 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц,
высококвалифицированный старший научный сотрудник
лаборатории тяжёлых кварков и лептонов,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53
Телефон: +7 (930) 180-77-73
e-mail: chistovrn@lebedev.ru

Р.Н. Чистов
1 ноября 2023 г.



Подпись Р.Н. Чистова заверяю
Учёный секретарь ФГБУН ФИАН им. П.Н. Лебедева
кандидат физико-математических наук

А.В. Колобов



Контакты ведущей организации:
Адрес: 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53, ФИАН
Телефон: 8(499)135-42-64
Факс: 8(499)135-78-80
e-mail: postmaster@lebedev.ru