

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Климентова Алексея Анатольевича “Методы обработки сверхбольших объемов данных в распределенной гетерогенной компьютерной среде для приложений в ядерной физике и физике высоких энергий”, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.11 — математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

В последнее десятилетие в физике высоких энергий наблюдается значительное увеличение требований, предъявляемых к компьютерным ресурсам, в частности потому что наши возможности по набору данных начали существенно превышать возможности по их анализу и обработке. Для того чтобы удовлетворить этим требованиям необходимы новые подходы к обработке данных эксабайтного уровня. В связи с этим представленная А.А.Климентовым работа является чрезвычайно актуальной.

Многие результаты этой работы являются оригинальными. Они использовались и используются в ведущих экспериментах, таких как ATLAS, ALICE, COMPASS и BlueBrain в физике элементарных частиц, ядерной физике и биоинформатике. Ученые, участвующие в этих экспериментах, смогли эффективно выполнять Монте-Карло моделирование, обработку и анализ данных во многом благодаря работам А.А.Климентова.

Важно отметить, что автор не ограничивается только текущими задачами, но и решает вопросы о моделировании, обработке и анализе Big Data в следующих десятилетиях. Хорошим примером здесь является разработанный автором подход к обработке данных для будущего коллайдера superLHC (2026-2038). Ожидается, что только в случае увеличения светимости LHC, объем данных превысит на порядок данные, которые будут получены к 2024 году по окончании работы LHC. Этот объем может еще возрасти при переходе к более высоким энергиям пучков. Кроме того, по-видимому, энергетическая шкала новой физики лежит вне досягаемости при современных энергиях LHC. Это означает, что мы должны переходить к измерениям с точностью лучше 1% и изучать более сложные процессы с большой

множественностью частиц для того, чтобы обнаружить отклонения от Стандартной Модели элементарных частиц. Чтобы достичь такой высокой точности, например, во многих случаях, требуется переход от NLO моделирования в рамках Квантовой Хромодинамики к NNLO моделированию. В результате время компьютерного Монте Карло моделирования может возрасти на порядки. Новая компьютерная модель современного физического эксперимента, предлагаемая А.А.Клементовым, позволяет использовать гетерогенные вычислительные мощности, включающие грид, облачные ресурсы и суперкомпьютеры, в рамках единой вычислительной среды и способствовать существенному прогрессу в обработке эксабайтных данных высокоточной физики. Здесь я бы особенно хотел отметить разработанные А.А.Климентовым новые методы управления научными приложениями для суперкомпьютеров, с использованием информации о временно свободных ресурсах. В частности, эти методы были успешно опробованы при высокоточном моделировании процессов рождения и распада бозонов Хиггса для будущего superLHC.

В целом, содержание автореферата позволяет сделать вывод о несомненной научной ценности проведенной А.А.Климентовым работы. Я считаю, что автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.11 — математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Ростислав Коноплич, д.ф.-м.н., профессор,  
заведующий кафедрой физики, Манхаттэн Колледж  
научный сотрудник, Нью-Йорк Университет

6 января 2018

