

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**  
**на диссертационную работу Гущина Михаила Ивановича «Применение методов машинного обучения в задачах обработки и хранения данных в экспериментах физики высоких энергий», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

В диссертации М.И. Гущина представлены результаты исследования актуального междисциплинарного направления современной науки, связанного с рядом задач обработки данных современных экспериментов физики частиц. Данная область известна высокой интенсивностью и скоростью производства данных, а также низким соотношением полезного сигнала к шуму. Применение методов машинного обучения и анализа данных, позволяющих повысить точность, скорость обработки являются актуальным исследовательским направлением.

Решение задач, рассмотренных в различных главах диссертационной работы - распознавание и реконструкции треков частиц, оптимизация геометрии детекторов, идентификация заряженных частиц, диагностика аномалий - традиционно решаются эвристическими подходами. Использование методов машинного обучения обладает научнотехнической новизной и позволяет расширить эти подходы на другие детекторы физических экспериментов.

Практическая значимость полученных результатов диссертационной работы была продемонстрирована для современных экспериментов – LHCb - один из 4 больших детекторов большого адронного коллайдера (БАК) в ЦЕРН - и SHiP – запланированный эксперимент на БАК. Структура диссертационной работы соответствует основным этапам обработки данных на таких экспериментах: распознавание траекторий движения частиц, идентификация видов частиц, обработка данных, прошедших предварительную фильтрацию. Для каждого из этапов рассмотрены существующие подходы, разработаны собственные алгоритмы и показаны их преимущества по сравнению с текущим технологическим уровнем. Уникальным результатом является подход, продемонстрированный во второй главе, позволяющий существенно повысить точность распознавания сигнальных треков за счет совместной оптимизации параметров алгоритма и параметров экспериментальной установки. Перспективы от использования данного подхода сложно переоценить. Каждый из алгоритмов, описанных в диссертации, был апробирован на имитационных (в случае запланированного эксперимента) и на реальных данных (в случае работающего эксперимента), результаты доложены на рабочих встречах и внедрены в программный стек ПО обработки данных соответствующих экспериментов. Михаил выступал с данными результатами на ведущих конференциях в области ИКТ для физики частиц и опубликовал их в реферируемых международных изданиях.

Диссертация написана по результатам работ, осуществленных автором в качестве аспиранта МФТИ, а также сотрудника лаборатории методов анализа больших данных в НИУ

ВШЭ. Лаборатория является участником коллабораций LHCb и SHiP, что дало возможность Михаилу глубоко погрузиться в проблематику решаемых задач. Во время исследований автор также принимал активное участие в разработке онлайн курса “Machine Learning Challenges of Large Hadron Collider”, являющийся составной частью специализации «Advanced Machine Learning», получившей награду Coursera за высокое качество и популярность весной 2019 года. Михаил активно помогает в проведении летней школы “Machine Learning in High Energy Physics”. Хочется отметить такие качества Михаила как умение самостоятельного изучения и поиска специализированной литературы, реализация сложных математических концепций на языке программирования, владение системным подходом, выдающиеся навыки публичных выступлений.

Диссертация является завершенным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно и на высоком научном уровне. Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Гуцин М.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель \_\_\_\_\_

(подпись)

Устюжанин Андрей Евгеньевич  
(ФИО)

к.ф.-м.н., заведующий лабораторией методов анализа больших данных НИУ ВШЭ

«14» августа 2019 г.

Подпись заверяю

15.08.2019

СПЕЦИАЛИСТ ПО КАДРОВОМУ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ  
ОТДЕЛА КАДРОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА  
Т. В. ЩЕГОЛЬСКАЯ

