

ПОСТЕРНЫЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПО ФИЗИКЕ ЧАСТИЦ

1. Развитие облачных сервисов ОИЯИ

Авторы: Н.А. Балашов¹, А.В. Баранов¹, Н.А. Кутовский¹, Е.М. Мажитова^{1,2}, А.Н. Махалкин¹, Р.Н. Семенов^{1,3}

¹Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

²Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан

³Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Аннотация:

Облако ОИЯИ, основанное на модели "Инфраструктура как услуга", предоставляет пользователям ОИЯИ виртуальные машины, являющиеся универсальным вычислительным ресурсом, который предназначен как для персонального использования, так и в качестве основы для организации многопользовательских сервисов. В данной работе рассматриваются последние изменения в инфраструктуре облака ОИЯИ и общих облачных сервисах, а также представлены текущие разработки по новым сервисам - mon-service.jinr.ru и jupyter.jinr.ru.

2. Реконструкция событий на основе данных, получаемых с микроstriповых детекторов трековой системы эксперимента BM@N

Авторы: Дмитрий Баранов

Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Основные детекторы трековой системы эксперимента BM@N имеют микроstriповый съем информации. Преимущество детекторов микроstriпового типа заключается в использовании считывающей электроники, которая относительно проста в изготовлении за счет меньшего числа каналов по сравнению с пэдовыми или пиксельными детекторами. Однако данное преимущество практически полностью нивелируется существенным недостатком - появлением ложных пересечений (фейков), образующихся в результате восстановления координат со striповых плоскостей, что значительно усложняет дальнейшую процедуру поиска треков заряженных частиц. С увеличением множественности события растет количество фейков, что ведет к снижению общей эффективности процедуры реконструкции событий.

В данном докладе рассматриваются особенности восстановления координат, как одного из этапов полной реконструкции физических событий, с трех типов микроstriповых детекторов, используемых в эксперименте BM@N в 2017-2018 годах: GEM, SILICON и CSC. Также дается описание программной реализации алгоритмов моделирования и обработки данных, получаемых с этих детекторов.

3. Поиск мультикварковых экзотических состояний в эксперименте ATLAS

Авторы: А. Васюков

Лаборатория ядерных проблем, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Одним из актуальных направлений исследований в рамках стандартной модели на данный момент являются экспериментальные поиски и изучение мультикварковых адронов. В данной работе приводится обзор свойств обнаруженных в последнее время пентакварковых состояний: $P_c(4312)$, $P_c(4380)$, $P_c(4445)$, $P_c(4457)$ (LHCb, 2019); а также тетракварковых состояний $Z_c(3900)$ (BESIII, 2014-2017), $Z_c(4200)$ (BELLE, 2014). Обсуждаются текущие результаты и перспективы дальнейшего изучения этих состояний в распадах В-адронов в эксперименте ATLAS на LHC.

4. Создание детекторной электроники для детектора TPC/MPD проекта NICA.

Авторы: С. Верещагин

Лаборатория физики высоких энергий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Время-проекционная камера – основной трековый детектор установки MPD. Детектор будет работать в одной из точек взаимодействия коллайдера NICA и оптимизирован для исследований взаимодействий тяжелых ионов в диапазоне энергий от 4 до 11 ГэВ/нуклон. Детекторная электроника камеры будет принимать события с частотой до 7кГц при средней светимости $10^{27} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ для взаимодействия ядер золота энергии 9 ГэВ/нуклон. Электроника построена на новейших специализированных микросхемах SAMPA, ПЛИС и скоростных последовательных линиях передачи. Каждая из 24 считывающих камер будет обслуживаться 62 картами детекторной электроники и одним контроллером-концентратором. Вся система сбора данных будет содержать 1488 карты детекторной электроники, 24 контроллера-концентратора, обеспечивая 95232 регистрирующих каналов. В докладе представлено состояние разработки детекторной электроники и результаты тестирования ее основных модулей.

5. Инженерная инфраструктура суперкомпьютера ГОВОРУН

Авторы: А. С. Воронцов, А.Г. Долбилов, М.Л. Шишмаков, Е.А. Графов, А.С. Каменский, С.В. Марченко

Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Для поддержки суперкомпьютера ГОВОРУН, который является расширением гетерогенного кластера HybriLIT, была разработана особая инженерная инфраструктура. Данная

инфраструктура сочетает в себе интеграцию двух решений для систем охлаждения: системы воздушного охлаждения для GPU-компоненты и системы водяного охлаждения для CPU-компоненты на основе разработки от группы компаний РСК.

6. Центр управления многофункциональным информационно-вычислительным комплексом ОИЯИ

Авторы: А.О. Голунов, А.Г. Долбилов, И.С. Кадочников, И.А. Кашунин, В.В. Кореньков, В.В. Мицын, И.С. Пелеванюк, Т.А. Стриж
Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Многофункциональный информационно–вычислительный комплекс (МИВК) в Лаборатории информационных технологий Объединенного института ядерных исследований (ЛИТ ОИЯИ) является сложным многокомпонентным программно-аппаратным комплексом, нацеленным на выполнение широкого круга задач, связанных с обработкой, анализом и хранением данных для обеспечения научно-производственной деятельности Института и государств-членов. Основными компонентами вычислительной инфраструктуры МИВК являются грид-сайты Tier-1 и Tier-2 глобальной грид инфраструктуры WLCG (Worldwide LHC Computing Grid), созданной для обработки данных экспериментов на Большом адронном коллайдере, облачная инфраструктура ОИЯИ и гетерогенный вычислительный кластер HybriLIT. Важным инструментом для обеспечения бесперебойной работы вычислительных систем такого уровня в режиме 24x7 является всесторонний мониторинг всех компонентов и подсистем центра. Для обеспечения оперативного контроля компонентов МИВК в Лаборатории информационных технологий создан центр управления Многофункциональным информационно-вычислительным комплексом (ЦУ МИВК), основными функциями которого являются круглосуточное наблюдение за состоянием аппаратной части компонентов, работоспособности сервисов, инженерной и сетевой инфраструктуры.

7. Проектирование, разработка и тестирование электромагнитного калориметра для установке MPD и BM@N на NICA

Авторы: Б. Дабровска
Лаборатория физики высоких энергий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Для измерения координат и энергий электронов и фотонов в установке MPD, будет использоваться электромагнитный калориметр (ECal). ECal также будет играть важную роль в идентификации частиц и измерения полного потока энергии. Для выполнения этих целей был выбран гетерогенный калориметр, типа “шашлык”, составлен из 220 сцинтилляционных и свинцовых пластин. Радиационная длина калориметра составляет 11.8X0, энергетическое разрешение 5%, временное разрешение лучше 1нс.

8. Время пролетная система (ToF-400) эксперимента BM@N

Авторы: А. Дарибаева

Лаборатория физики высоких энергий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Экспериментальная установка BM@N представляет собой спектрометр, способный идентифицировать заряженные адроны, электроны и фотоны при столкновениях тяжелых ионов в области энергии Нуклотрона. Для достижения поставленных целей, детектор должен включать в себя трековую систему, а также систему идентификации частиц, который основан на измерениях времени-пролета. Система времени-пролета (ToF-400), состоит из двух стенок установленных на расстоянии 4 метров от мишени и расположенных симметрично относительно направления оси пучка.

Во время 55 сеанса Нуклотрона на установке BM@N был набран большой объем данных. В ходе сеанса пучки Ar и K_r наводились на различные мишени: C, Al, Sn, Cu, Pb. В данной работе приведена информация о конструкции время-пролетной системы ToF-400. Представлен предварительный результат по идентификации частиц и оценке временного разрешения время-пролетной системы на основе анализа экспериментальных данных.

9. Использование суперкомпьютера ГОВОРУН для мегапроекта NICA

Авторы: Д.В. Беляков¹, А.Г. Долбилов¹, М.И. Зуев¹, А.Н. Мошкин², Д.В. Подгайный¹, О.В. Рогачевский², О.И. Стрельцова¹

¹Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

²Лаборатория физики высоких энергий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Суперкомпьютер ГОВОРУН в настоящее время используется как для теоретических исследований, так и для моделирования событий для эксперимента MPD мегапроекта NICA. Для генерации моделированных данных эксперимента MPD используются вычислительные компоненты суперкомпьютера ГОВОРУН - Skylake (2880 вычислительных ядер) и KNL (6048 вычислительных ядер), данные сохраняются на сверхбыстрой системой хранения данных (ССХД) под управлением файловой системой Lustre, с последующей передачей на холодные хранилища под управлением файловых систем EOS и ZFS. В настоящий момент ССХД насчитывает пять серверов хранения с 12 SSD дисков с технологией подключения NVMe и общей емкостью 120 ТБ, что обеспечивает низкое время доступа к данным и скоростью приема/отдачи данных 30 ТБ в секунду. Благодаря высокой производительности ССХД, к маю 2019 году уже сгенерировано свыше 40 миллионов событий для эксперимента MPD с использованием генератора UrQMD для энергии столкновений ядер AuAu $\sqrt{s} = 4, 7, 9, 11$ ГэВ. В дальнейшем предполагается также использовать и другие MC-генераторы.

Реализация различных моделей компьютеринга для мега-проекта НИКА требует подтверждения работоспособности модели, т. е. удовлетворению требованиям к временным характеристикам приема данных с детекторов с их последующей передачей на обработку, анализ и хранение, а также требованиям к эффективности моделирования и обработки событий в эксперименте. Для этих целей необходимо проведения испытаний в реальной программно-вычислительной среде, которая должна содержать все требуемые компоненты. В настоящий момент, такой

средой является суперкомпьютер «ГОВОРУН», содержащий самые современные на сегодняшний день вычислительные ресурсы и гиперконвергентную ССХД с программно-определяемой архитектурой, что позволяет обеспечить максимальную гибкость конфигураций системы хранения данных.

Для управления задачами и процессом считывания/записи/обработки данных с разных типов хранилищ и разных типов файловых систем планируется использовать ПО DIRAC.

Все вышеперечисленное позволит проверить базовый набор технологий хранения и передачи данных, в том числе промоделировать потоки данных, выбрать оптимальные распределенные файловые системы, а также повысить эффективность моделирования и обработки событий.

Исследования в данном направлении были поддержаны специальным грантом РФФИ («Мегасайенс – NICA») номер 18-02-40101 и 18-02-40102.

10. Кластерная система мониторинга Многофункционального информационно-вычислительного комплекса (МИВК) ЛИТ

Авторы: И. Кашунин, А. Долбилов, А. Голунов, В. Кореньков, В. Мицын, А. Стриж, Е.Лысенко

Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

В начале 2015 года была введена в эксплуатацию система мониторинга МИВК ЛИТ Tier-1 и Tier-2. В связи с развитием вычислительного комплекса увеличивалось количество оборудования, а также количество измеряемых метрик. Таким образом, со временем количество отслеживаемых данных выросло, и производительности сервера системы мониторинга оказалось недостаточно. Решением данной проблемы явилось построение кластерной системы мониторинга. Это позволило распределить нагрузку с одного сервера на несколько, таким образом значительно увеличивая уровень масштабируемости.

11. Транспортная модель RHQMD формирования ядерных кластеров и гиперядер в столкновениях тяжелых ионов

Авторы: В. Киреев

Лаборатория физики высоких энергий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Моделирование процессов формирования кластеров в горячей ядерной материи задача непростая. Модель RHQMD Parton-Hadron-Quantum-Molecular-Dynamics) - это транспортный подход, который включает партонные степени свободы (кварки и глюоны), уравнение состояния из решётки КХД и динамическую адронизацию и адронные упругие и неупругие столкновения в финальной стадии. N-body квантовая молекулярная динамика, которая позволяет выбрать уравнение состояния с разным модулем сжатия ядерной материи, не так давно была дополнена набором подпрограмм для образования фрагментов и гипер ядер в конечном состоянии.

Мы представляем первые результаты по изучению выходов странных адронов, кластеров и гипер ядер в столкновениях тяжёлых ионов в модели RHQMD на энергиях проекта NICA. В частности, была исследована чувствительность некоторых наблюдаемых к "hard" и "soft" уравнению состояния.

12. Осцилляционный анализ в эксперименте NOvA

Авторы: Л.Д. Колупаева

Лаборатория ядерных проблем, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

NOvA - ускорительный эксперимент в Лаборатории им. Ферми (США), предназначенный для изучения нейтринных осцилляций (появление электронного и исчезновение мюонного нейтрино в пучках нейтрино и антинейтрино). Это один из экспериментов нового поколения с двумя детекторами, расположенными под углом 14 мрад к пучку от ускорителя NuMI, и разделенными 810 км земной толщи.

Основными целями эксперимента являются поиск CP нарушения в лептонном секторе, измерение иерархии масс нейтрино и некоторых осцилляционных параметров с лучшей точностью. В постере будут представлены последние полученные результаты осцилляционного анализа данных эксперимента с пучками нейтрино и антинейтрино.

13. Измерение короткодействующих корреляций в эксперименте BM@N

Авторы: В. Ленивенко¹, В. Панин², М. Пацюк¹, Н. Войтишин³

¹Лаборатория физики высоких энергий, ОИЯИ, Дубна, Россия

²Комиссариат по атомной энергии и альтернативным энергоисточникам (КАЭ), Франция

³Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

BM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) – эксперимент с фиксированной мишенью. Это первый функционирующий эксперимент ускорительного комплекса NICA-Nuclotron-M (Nuclotron-based Ion Collider fAcility). Основной целью эксперимента является изучение свойств адронов и образования (мульти) странных гиперонов на пороге рождения гиперядер.

В последнем сеансе, который закончился в апреле 2018 года, кроме основной программы BM@N, было проведено первое измерение короткодействующих двухнуклонных корреляций (Short-Range Correlations) в ядре углерода. Около 20% нуклонов ядер в любой момент времени находятся в интенсивно взаимодействующих SRC-парах, которые характеризуются большим абсолютным и малым импульсом системы центра масс по сравнению с импульсом Ферми. Традиционно свойства SRC-пар изучаются в реакциях жесткого рассеивания, когда частица пучка (электрон или протон) взаимодействует с одним нуклоном ядра. На эксперименте BM@N использовалась обратная кинематика: пучок ионов углерода сталкивался с жидководородной мишенью, при этом ядро после взаимодействия продолжало движение вперед и регистрировалось трекингowymi и времяпролетными системами спектрометра BM@N. Свойства остаточного ядра при импульсе пучка 4 ГэВ/с/нуклон никогда не исследовались ранее.

Мы представим краткий обзор предварительных результатов анализа данных первого измерения SRC на BM@N.

14. Суперкомпьютер ГОВОРУН: аппаратно-программная среда

Авторы: Д.В. Беляков¹, Ю.А. Бутенко¹, И.А. Кашунин¹, М.А. Матвеев¹, М. Вала²

¹ Laboratory of Information Technologies, JINR, Dubna, Russia

² Университет Павла Йозефа Шафарика, Кошице, Словакия

Аннотация:

Гетерогенная платформа «HybriLIT» является частью Многофункционального информационно-вычислительного комплекса (МИВК) Лаборатории информационных технологий ОИЯИ. Гетерогенная платформа состоит из суперкомпьютера «ГОВОРУН» и учебно-тестового полигона. Сетевая инфраструктура платформы базируется на 10GBASE-T Ethernet с двумя высоко-скоростными 100 Gbit/s сегментами, построенными на технологиях Mellanox Infiniband и Intel Omni-Path. Передача данных суперкомпьютера «ГОВОРУН» осуществляется на основе высокопроизводительной сетевой файловой системе «Lustre», работающей под управлением сети 100 Gbit/s Intel Omni-Path. Для реализации MPI процессов используется сеть Intel Omni-Path между CPU узлами и сеть Mellanox Infiniband между GPU узлами суперкомпьютера. Полная пиковая производительность суперкомпьютера составляет 500 TFlops для вычислений с двойной точностью и 1 PFlops для вычислений с одинарной точностью.

15. Мониторинг сервисов Tier-1

Авторы: В. Кореньков, В. Мицин, И. Пелеванюк, Т. Стриж

Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

В 2015 году в ОИЯИ был официально запущен в эксплуатацию центр обработки данных уровня Tier-1 для эксперимента CMS на LHC. Большая и постоянно развивающаяся инфраструктура, требования к качеству работы сервисов и сложная архитектура требуют постоянного труда для поддержания работоспособного состояния инфраструктуры. Система мониторинга оборудования основана на системе Nagios. Она работает на уровне инженерной инфраструктуры, сети и серверов.

Отдельно от мониторинга инфраструктуры появилась необходимость в использовании системы мониторинга сервисов. Сервисы самого высокого уровня, которые принимают задачи и данные из грид, полагаются на сервисы хранения и обработки более низкого уровня, которые, в свою очередь, полагаются на инфраструктуру. Информация о состоянии и активности Tier-1 сервисов предоставляется разнообразными и независимыми друг от друга источниками.

В связи с высокими требованиями и недостаточной гибкостью изученных систем было принято решение разработать новую систему мониторинга. В задачи новой системы мониторинга входит сбор данных из разнообразных источников, переработка сырых данных в события и статусы и реакция в соответствии с набором правил, например, оповещение администраторов. На данный момент система мониторинга собирает данные из разных источников и может определять состояние и визуализировать полученную информацию, а также реагировать на возникающие ситуации.

16. Симуляция нейтринного сигнала от сверхновой в детекторах NOvA

Авторы: М. Петропавлова

Лаборатория ядерных проблем, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Многие нейтринные эксперименты чувствительны к нейтринному сигналу от сверхновой с коллапсом ядра. Однако разработка алгоритмов детектирования, равно как и оценка чувствительности эксперимента к такому сигналу, требует детальной симуляции взаимодействий нейтрино от сверхновой в геометрии детектора.

В настоящий момент не существует общепринятого программного обеспечения для подобной симуляции. Мы представляем программный пакет GenieSNova, который связывает существующие модели потока нейтрино от сверхновых с генератором взаимодействий GENIE. Этот пакет разрабатывается для эксперимента NOvA, однако, являясь достаточно обобщенным, он может быть применён и к детекторам с другой геометрией и составом.

17. ИТ- экосистема платформы HybriLIT

Авторы: Д. Беляков¹, Ю. Бутенко¹, М. Киракосян¹, М. Матвеев¹, Д. Подгайный¹, О.Стрельцова¹, Ш. Торосян¹, М. Вала², М. Зуев¹

¹ Laboratory of Information Technologies, JINR, Dubna, Russia

² Университет Павла Йозефа Шафарика, Кошице, Словакия

Аннотация:

Для более эффективного использования НРС-ресурсов при решении научно-прикладных задач, стоящих перед ОИЯИ, потребовало не только предоставления вычислительных ресурсов пользователям, а также разработать программно-информационную среду, позволяющую пользователям упростить работу с имеющимися вычислительными ресурсами. Другой аспект, повлиявший на развитие информационной среды, явилась интеграция с НРС-ресурсами пакетов прикладных программ, поддерживающих вычисления на НРС платформах которые активно применяются для решения сложных технических задач, необходимых для ОИЯИ. Все это естественным образом привело к формированию ИТ-экосистемы, которая явилась не только удобным средством для проведения ресурсоемких расчетов, но также стала плодотворной образовательной средой, позволяющей студентам ознакомиться с новейшими вычислительными архитектурами, изучить новейшие технологии и инструменты параллельного программирования, освоить работу со сложными пакетами прикладных и математических программ.