

ПОСТЕРНЫЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКИ ЧАСТИЦ

1. Исследование корреляции между кинетической энергией трека и его энергетическим откликом в ZDC для run7 на эксперименте BM@N.

Автор: **Алишина Ксения Александровна**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

BM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) — эксперимент с фиксированной мишенью на ускорительном комплексе Нуклотрон/ NICA в ОИЯИ (Дубна, Россия). При энергиях нуклотрона от 2 до 4.5 ГэВ плотность нуклонов в фэйрболе, возникающем при столкновении тяжелых ядер, в 3 - 4 раза превышает плотность насыщения. Этих энергий достаточно для изучения странных мезонов и мультистранных гиперонов, образующихся в ядро-ядерных столкновениях вблизи кинематического порога.

В марте 2018 проводился набор экспериментальных данных Run7. На основе полученных данных планируется измерение дифференциальных сечений неупругих взаимодействий ионов аргона, в диапазоне кинетических энергий 2.3-3.5 ГэВ, с ядрами мишеней различных материалов: C, Al, Cu, Pb, Sn.

Представляются результаты, полученные к настоящему времени, по анализу корреляции между ожидаемой кинетической энергией треков, экстраполированных из TOF700 (Time-of-Flight system) в ZDC (Zero Degree Calorimeter), и его энергетическим откликом в ZDC. Это важный этап для оценки центральности событий.

2. Поиск медленных магнитных монополей в эксперименте NOvA

Автор: **Антошкин Александр Игоревич**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Дальний детектор эксперимента NOvA благодаря своим техническим особенностям хорошо подходит для поиска экзотических частиц. Имея площадь поверхности 4000 м² и расположение вблизи поверхности земли, 14-килотонный детектор обеспечивает уникальную чувствительность к потенциальным магнитным монополям с "малой" массой на субсветовых скоростях ($v < c/100$). В целом анализ может привести к открытию, либо наложить ограничение на поток монополей в широком диапазоне параметров, недостижимых ранее в других экспериментах (MARCO, SLIM, IceCube).

3. Оптическое моделирование ФЭУ

Автор: **Антошкина Татьяна Анатольевна**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

ФЭУ широко используются в различных областях физики, особенно в нейтринных экспериментах, в которых задействовано большое количество как больших, так и малых ФЭУ. Для определения иерархии и параметров осцилляций нейтрино требуется достижение высокого энергетического разрешения. ФЭУ регистрируют свет с детектора и преобразуют его в электрический сигнал. Качество такого преобразования зависит от эффективности фотодетектирования, которая связана с квантовой эффективностью (свойством фотокатодного слоя внутри каждого ФЭУ). Основная цель состоит в том, чтобы теоретически описать оптические процессы (в первую очередь поглощение света) внутри фотокатода, поскольку оптическая модель ФЭУ является очень важным компонентом процесса реконструкции энергии.

4. Когерентное излучение релятивистских заряженных частиц от диэлектрических мишеней и его возможные приложения для диагностики пучков современных ускорителей

Автор: **Блеко Вероника Вячеславовна**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Одной из основных проблем эксплуатации ускорителей заряженных частиц является необходимость постоянного контроля параметров ускоряемого пучка. Возможным решением этой проблемы является использование различных типов поляризационного излучения: дифракционного излучения, переходного излучения, излучения Вавилова-Черенкова, излучения Смита-Парселла. Уникальные свойства излучения и относительно простая реализация условий для его возникновения открывают широкие возможности как для создания новых методов невозмущающей диагностики пучков заряженных частиц современных ускорительных комплексов, так и источников электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах. Целью цикла работ является теоретическое и экспериментальное исследование характеристик излучения, возникающего при взаимодействии поля релятивистских заряженных частиц с функциональными мишенями и создание на их основе средств диагностики пучков заряженных частиц.

5. Изучение аномальных событий в эксперименте ТУС

Автор: **Блинов Александр Вячеславович**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Главной целью орбитального эксперимента ТУС было измерение черенковского и флуоресцентного излучения ШАЛ с космической орбиты с целью исследования космических лучей предельно высоких энергий с $E > 70$ ЕэВ. Детектор ТУС зарегистрировал также несколько десятков необычных событий, происхождение которых неясно. Анализ уникальных и не похожих на ШАЛ аномальных событий и являются предметом исследования, представленного в данной работе.

6. Анализ чувствительности JUNO к упорядоченности масс нейтрино с разделением детектора на поддетекторы

Автор: **Должиков Дмитрий Александрович**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) – это многоцелевой детектор с мишенью, состоящей из 20 кт жидкого сцинтиллятора, которая будет расположена в 700 м под землей на юге Китая. Одной из основных задач эксперимента является определение упорядоченности масс нейтрино. Было показано, что чувствительность JUNO к упорядоченности масс нейтрино зависит от выбора доверительного объема, в котором будет проводиться соответствующий анализ, что связано с пространственной неоднородностью характеристик детектора. С одной стороны, увеличение доверительного объема приводит к увеличению статистики, но с другой стороны это также приводит к ухудшению энергетического разрешения детектора и увеличению количества фона от случайных совпадений. Вместо выбора конкретного доверительного объема, можно разделить весь объем детектора на несколько виртуальных поддетекторов. Затем, оценив характеристики каждого поддетектора, можно выполнить одновременный анализ данных для каждого поддетектора. Подобный подход может привести к улучшению чувствительности к упорядоченности масс нейтрино. Данный постер посвящен текущему статусу работы по разделению детектора JUNO на поддетекторы.

7. Разработка и сооружение каналов для прикладных исследований NICA.

Физический пуск канала СОЧИ

Автор: **Филатов Георгий Александрович**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

В рамках проекта “NICA” ведется создание Инновационного блока, ориентированного на проведение прикладных исследований, требующих транспортировки и формирования пучка от ускорителей до мишеней станций для прикладных исследований. С этой целью проводятся работы по расчету новых каналов и их созданию с учетом инженерной инфраструктуры (включая станции, биологическую защиту и инженерные коммуникации). В состав ускорительного комплекса NICA входят линейный ускоритель тяжелых ионов NICA и сверхпроводящий синхротрон Нуклотрон, на основе которых создаются каналы для прикладных исследований. В работе приведены технические характеристики каналов, а также обсуждаются результаты физического пуска канала СОЧИ.

8. Эксперимент NA64μ на выведенном пучке ускорителя SPS в ЦЕРНе

Автор: **Герценбергер Светлана Валерьевна**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Эксперимент NA64 — это эксперимент с фиксированной мишенью на выведенном пучке ускорителя SPS в CERN, объединяющий методы активного сброса пучка и недостающей энергии, для поиска редких событий путем столкновения пучков электронов или мюонов с энергией 100–150 ГэВ с активной мишенью. На постере представлена мюонная подпрограмма эксперимента NA64μ. В этом эксперименте ведётся поиск легкого векторного бозона Z_μ , образующийся в тормозной реакции $\mu Z \rightarrow \mu Z Z_\mu$ и взаимодействующий со вторым и третьим поколением лептонов через ток $L_\mu - L_\tau$. Существование этого бозона может объяснить расхождение между измеренным и предсказанным значением аномального магнитного момента мюона $(g-2)_\mu$. На постере представлены метод поиска Z_μ , экспериментальная установка и чувствительность эксперимента. Также приведены результаты и планы на будущее.

9. Методы оценки энергии электронного нейтрино в осцилляционном анализе NOvA

Автор: **Калиткина Анастасия Игоревна**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Дзелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

NOvA — это нейтринный эксперимент с длинной базой, основная цель которого заключается в измерении осцилляционных параметров с помощью наблюдения появления электронных нейтрино в пучке частиц с изначально мюонным ароматом. В эксперименте NOvA используют пучок мюонных нейтрино от ускорителя NuMI, который расположен в Fermilab, а также два функционально идентичных детектора, расстояние между которыми составляет 810 км. Для точных измерений осцилляционных параметров необходимо разработать критерии отбора сигнальных событий и методы оценки энергии нейтрино. В данном постере обсуждаются улучшения алгоритмов оценки энергии электронных нейтрино, при этом особое внимание уделяется методам, которые используют машинное обучение.

10. Эффект асимметрии восток-запад в потоках атмосферных мюонов в Дальнем детекторе NOvA

Автор: **Петрова Ольга Николаевна**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Дзелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

В Дальнем детекторе эксперимента NOvA можно измерять потоки атмосферных мюонов и так называемый эффект восток-запад от геомагнитного поля. Но это измерение тесно связано с асимметрией потока, обусловленной поглощением в окружении детектора. Также следует принимать во внимание эффективность реконструкции треков атмосферных мюонов. Данный постер представляет некоторые промежуточные результаты анализа, связанного с эффектом восток-запад в эксперименте NOvA.

11. Разработка электроники для источника ионов КРИОН-6Т

Автор: **Понкин Дмитрий Олегович**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Цикл работ посвящен разработке новой электроники и технических систем на ее основе для электронно-струнного источника (англ. Electron string ion source (ESIS)) ионов КРИОН-6Т, разработанного ЛФВЭ ОИЯИ. Источник ионов КРИОН-6Т – это импульсный криогенный сверхпроводящий ионизатор атомов тяжелых элементов, позволяет получать пучки частиц высокой зарядности. Источник спроектирован, разработан и используется на стенде и в ускорительных сеансах ЛУТИ, Бустера и Нуклотрона как прототип «боевого» источника тяжелых ионов для комплекса NICA/MPD.

В период с 2012 г. по н.в. как автором лично, так и с его существенным вкладом был разработан и введен в эксплуатацию ряд электронных систем и специальных программ обеспечения работы источников высокозарядных ионов типа КРИОН: КРИОН-2, КРИОН-6Т, КРИОН-Т.

12. Моделирование вычислительных инфраструктур для сбора, хранения и обработки данных экспериментов проекта NICA

Автор: **Пряхина Дарья Игоревна**

Лаборатория информационных технологий им. М.Г. Мещерякова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Главной задачей при создании вычислительной инфраструктуры любого крупного эксперимента является прогнозное моделирование центров хранения и обработки данных. В Лаборатории информационных технологий им. М.Г. Мещерякова разрабатывается программный комплекс, который позволяет оценить, как будет работать система хранения и обработки данных при имеющихся вычислительных ресурсах, а также определить нагрузку на вычислительные компоненты и каналы связи при заданных параметрах потоков данных и задач.

Программный комплекс состоит из нескольких модулей и базы данных. База данных содержит информацию об архитектуре моделируемой системы, конфигурациях оборудования, параметрах потоков данных и задач, а также результатах моделирования. Для задания входных параметров моделирования разработан пользовательский интерфейс. Главным модулем комплекса является стабильное ядро моделирования процессов передачи и обработки данных. Для представления результатов реализован модуль, который запускается по завершении моделирования и позволяет получить графики, отражающие различные процессы в системе.

В настоящее время проводятся работы по применению разработанного программного комплекса для моделирования вычислительных инфраструктур для сбора, хранения и обработки данных экспериментов проекта NICA. VM@N стал первым экспериментом для апробации программного комплекса. Получены и проанализированы результаты моделирования распределенной вычислительной инфраструктуры эксперимента VM@N с целью оценки текущих и будущих потребностей ресурсов для хранения и обработки данных. В работе представлены результаты моделирования вычислительной инфраструктуры при имеющихся выделенных ресурсах для зимнего сеанса VM@N

2022/2023 года. Сформулированы планы на дальнейшую доработку программного комплекса для получения прогнозных значений по количеству необходимых ресурсов в перспективе развития компьютеринга эксперимента VM@N на 2023-2030 годы.

13. Интеллектуальное робастное управление элементами ускорительного комплекса

Автор: **Решетников Андрей Геннадьевич**

Лаборатория информационных технологий им. М.Г. Мещерякова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Постер посвящен описанию программно-алгоритмической платформы интеллектуального управления (на примере квантовых самоорганизующихся регуляторов в контуре управления) для аппаратной части действующего макета дистанционного управления технологическим процессом охлаждения сверхпроводящего магнита с гарантированным достижением устойчивой зоны сверхпроводимости. При этом обеспечиваются оптимальные параметры качества управления, такие как температура, расход азота, быстродействие, требуемый уровень давления и минимальная сложность реализации управления. Представлено описание действующего макета системы дистанционного управления со встроенными самоорганизующимися квантовыми регуляторами. На примере расхода азота рассматривается и обосновывается выбранная структура интеллектуальной системы управления, экспериментально продемонстрирована работоспособность и эффективность разработанной интеллектуальной системы управления на технологиях квантовых мягких вычислений.

14. Система регистрации света для жидко-аргоновой времяпроекционной камеры ближнего детектора эксперимента DUNE

Автор: **Шаров Владислав Игоревич**

Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Дзелепова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Модульная жидко-аргоновая ВПК с пиксельным считыванием заряда рассматривается как часть ближнего детектора эксперимента DUNE. Такая ВПК разрабатывается коллаборацией ArgonCube. Для получения триггера от нейтринного события, предлагается детектирование сцинтилляционного света в жидком аргоне. Сцинтилляционный свет — это вакуумный ультрафиолет с длиной волны 128 нм, который непросто зарегистрировать. Основными требованиями, предъявляемыми к системе регистрации света, являются: работоспособность при криогенных температурах, непроводящие материалы в конструкции световых детекторов, компактные размеры, эффективность обнаружения света на уровне процента. В качестве одного из кандидатов для системы в ОИЯИ был разработан светосчитывающий модуль (LCM). Второй кандидат - ArgCLight, который был разработан в Бернском университете. Кроме того, в ОИЯИ разрабатывается полная цепочка считывания для системы регистрации света (LRS), которая содержит плату предусилителей, электронику сбора данных, многоканальный источник питания SiPMs, АЦП. В настоящее время продолжается программа ArgonCube 2x2 для проверки работоспособности подсистем ВПК, включая систему регистрации света. На данный момент 3 модуля ВПК были протестированы в криогенной лаборатории Бернского университета с использованием космических мюонов. Эти исследования показали хорошую работоспособность LRS. Дальнейшие испытания в Fermilab всех 4 модулей ВПК (установка 2x2) будут направлены на проверку работоспособности LRS с использованием пучка нейтрино.

15. Дрейфовые камеры в эксперименте SRC на VM@N

Автор: **Войтишин Николай Николаевич**

Лаборатория информационных технологий им. М.Г. Мещерякова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

BM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) - первый функционирующий эксперимент ускорительного комплекса NICA-Nuclotron-M, одной из основных целей которого является изучение свойств адронов и образования (мульти)-странных гиперонов на пороге рождения гиперядер.

Во время весеннего сеанса работы Нуклотрона в 2022 году, происходил сеанс набора данных в рамках физической программы SRC at BM@N (Short Range Correlations). Существенная часть нуклонов в ядре принадлежит сильно взаимодействующим короткоживущим парам, называемым SRC-парами. Нуклоны в этих парах имеют высокий абсолютный и низкий импульс центра масс (относительно импульса Ферми). Традиционно свойства пар SRC изучаются с использованием реакций жесткого рассеивания, когда ядро взаимодействует с одним нуклоном. На эксперименте BM@N использовалась обратная кинематика: ядро углерода налетает на фиксированную мишень. Эта программа предполагает использование легких ионов углерода и уникальную жидкую водородную мишень.

К упомянутому набору данных было достигнуто полное соответствие реконструкции смоделированных и физических данных в детекторной системе дрейфовых камер. Оценены эффективности реконструкции различных типов частиц на разных типах данных. Подготовительные работы позволили быстро и с высокой точностью провести предварительный анализ набранных данных.

Представлен краткий обзор основных детекторных систем SRC конфигурации эксперимента и первые результаты реконструкции треков и идентификации заряженных частиц, которые используются для регистрации SRC-пар и остаточного ядра.

16. Анализирующая способность квазиупругого протон-протонного рассеяния при энергиях от 200 до 650 МэВ/нуклон

Автор: **Волков Иван Сергеевич**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Анализирующая способность протон-протонного квазиупругого рассеяния была получена на станции внутренних мишеней с использованием поляризованного дейтронного пучка и полиэтиленовой мишени. Отбор полезных событий был выполнен с использованием временной и амплитудной информации от сцинтилляционных счётчиков. Асимметрия на водороде была получена путём вычитания углеродного фона. Полученные значения анализирующей способности сравнивались с предсказаниями парциально-волнового анализа SAID при энергиях пучка 200, 500, 550 и 650 МэВ/нуклон.

17. Инструментарий Vector Finder для внутренней трековой системы NICA/MPD

Автор: **Зинченко Дмитрий Александрович**

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

Хотя запуск эксперимента MPD еще впереди, работа по подготовке и физической валидации будущей программы модернизации детектора уже начата. В качестве одного из возможных шагов по модернизации MPD между линией пучка и времяпроекционной камерой (TPC) рассматривается установка внутренней трековой системы (ITS) на основе кремниевых пиксельных детекторов нового поколения. Существующий метод реконструкции треков в MPD основан на фильтре Калмана в TPC, и его простой перенос на ITS не является эффективным подходом. Поэтому был разработан другой метод, основанный на подходе «Vector Finder», а также подходящий способ сопоставления реконструированных треков из TPC и ITS.

Предложенные методы были реализованы в виде инструментария Vector Finder, и их производительность была проверена для реконструкции первичных и вторичных треков в MPD ITS на Монте-Карло сгенерированных данных ядро-ядерных взаимодействий.

Инструментарий Vector Finder также был адаптирован для VM@N – эксперимента с фиксированной мишенью на комплексе NICA, и его предварительные результаты эффективности на Монте-Карло смоделированных данных показывают улучшение по сравнению с ранее используемым методом реконструкции треков. В настоящее время Vector Finder настраивается и тестируется на реальных данных и используется для проверки качества собранных данных

18. Распределённая гетерогенная вычислительная инфраструктура для эксперимента MPD

Автор: **Зуев Максим Игоревич и Пелеванюк Игорь Станиславович**

Лаборатория информационных технологий им. М.Г. Мещерякова, ОИЯИ, Дубна, Россия

Аннотация:

С 2016 года в ОИЯИ развивается распределённая гетерогенная вычислительная инфраструктура, созданная с использованием платформы DIRAC. С её помощью происходит обработка данных экспериментов, проводимых в ОИЯИ. На данный момент система объединяет все ресурсы МИВК, облака стран-участниц ОИЯИ, ресурсы Национальной исследовательской компьютерной сети России и кластер Национального Автономного Университета Мехико (который входит в коллаборацию MPD). Использование платформы DIRAC позволяет получить унифицированный доступ ко всем интегрированным вычислительным ресурсам и ресурсам хранения, производить анализ производительности и учёт потреблённых ресурсов.

Наиболее активно данной инфраструктурой пользуется коллаборация MPD, используя ее для массовой Монте-Карло генерации данных для всех физических рабочих групп. С 2019 года коллаборацией MPD была проведена 31 компания по генерации данных. Выполнено 1,5 миллионов задач общей продолжительностью 1535 лет. Всего сгенерировано 1,3 миллиарда событий, из которых 439 миллионов были ещё и реконструированы. Общий объёмом данных MPD в распределённой сети составил 1,3 PB, при суммарном объеме хранилищ более 2 PB. В связи с ростом объема данных необходимых для физического анализа, планируется увеличить хранилище ещё на 1 PB за счет нового сверхбыстрого хранилища на СК «Говорун».

Основными ресурсами, которые задействованы в массовой генерации данных являются: суперкомпьютер «Говорун», Tier1, Tier2 и система хранения EOS. В 2022 году, с увеличением количества генерируемых данных, была расширена используемая инфраструктура. В системе хранения EOS квота эксперимента MPD была увеличена на 1 PB. Наиболее масштабным было увеличение количества ресурсов, используемых на суперкомпьютере «Говорун»: добавлены 32 вычислительных узла, что увеличило количество доступных ресурсов на 2300 CPU ядер и в результате, менее чем за месяц было сгенерировано более 50 миллионов событий. Обновлённый СК «Говорун» играет ключевую роль в реализации программы сеансов массового моделирования данных эксперимента MPD для проекта NICA. На данный момент, такие задачи могут эффективно и массово выполняться только на узлах суперкомпьютера «Говорун».