

Будут разработаны методы калибровки калориметра, прототипы аналоговой и считывающей электроники для схемы съема сигнала калориметра. Часть модулей калориметра будет установлена на действующем эксперименте VM@N на ускорителе-нуклотроне в Дубне и интегрирована в общую схему считывания экспериментальных данных данного эксперимента.

Получат развитие ядерные технологии на базе Сильноточного линейного ускорителя протонов ИЯИ РАН.

Будет разработана методика и исследована транспортировка протонов в экспериментальном комплексе ИЯИ РАН.

Ядерная медицина и ядерные технологии. Исследование эффективности получения медицинских радионуклидов стронция и актиния при облучении интенсивным пучком протонов средних энергий на линейном ускорителе ИЯИ РАН. Разработка мишеней для облучения интенсивным пучком протонов и радиохимических методик выделения радионуклидов из облученных мишеней. Внедрение получаемых радионуклидов в медицинскую практику для ядерной диагностики и терапии.

Изучение взаимодействия ядер тантала и сурьмы с протонами средних энергий, приводящего к образованию высокоспиновых изомеров. Изучение симметричного и асимметричного деления ядер тория при облучении протонами разных энергий.

На базе протонного пучка московской мезонной фабрики будут разработаны и испытаны новые технологии дистанционной и контактной лучевой терапии, позволяющие избежать лучевых повреждений здоровых органов при подведении терапевтической дозы к злокачественным новообразованиям. В области развития технологии протонной терапии будут разработаны и испытаны новые формирующие устройства (гребенчатые фильтры и болюсы), позволяющие избежать значительного выхода максимальной дозы за пределы облучаемого очага. В области контактной лучевой терапии будет разработана и испытана новая конструкция аппликаторов для внутрисполостной брахитерапии новообразований с использованием иттербиевых источников.

Будут обеспечены работы по физике и технике ADS систем.

Эксперимент BEST. Калибровка УНУ ГГНТ измерениями скорости захвата солнечных нейтрино. Выполнение двух полных циклов извлечений  $^{71}\text{Ge}$  из двухзонной галлиевой мишени от захвата солнечных нейтрино в режимах, имитирующих режимы извлечений с источника  $^{51}\text{Cr}$  активностью 3 МКи, с использованием имитатора источника, средств защиты и манипулятора в автоматическом и ручном режимах. Анализ полученных данных и внесение соответствующих корректировок в выполняемые процедуры и поправок в разработанный регламент выполнения эксперимента BEST.

## Ожидаемые результаты 1

Публикация полученных новых знаний в виде научных статей и докладов на конференциях.

### 2

На установке HADES (GSI, Германия) будут получены новые физические результаты по исследованию выходов дилептонов в ядро-ядерных реакциях.

На установке миниCBM в GSI будет собран супермодуль адронного калориметра.

На ускорителе SPS в ЦЕРНе в эксперименте NA61 будут получены новые физические результаты по выходам заряженных частиц в соударениях ядер свинца и в адрон-ядерных столкновениях.

На установке «Троицк ню-масс» будут продолжены измерения бета спектра трития с существующим одноканальным детектором. Завершение создания пакета программ и математического обеспечения обработки сигналов с целью увеличения максимальной загрузки до 50 кГц на канал. Работа над минимизацией систематических эффектов, выявление факторов и разработка методов их преодоления техническими и математическими средствами. Разработка, создание и установка нового вакуумного шлюза для детектора электронов в конце существующего спектрометра.

Международные эксперименты с реакторными нейтрино, по поиску двойного безнейтринного распада ядер и в области гамма астрономии. Участие в измерениях на детекторе Double Chooz. Калибровка одновременно двух детекторов при помощи радиоактивного источника калифорния-252, изготавливаемого совместно с РНЦ Курчатовский институт.

GERDA и LEGEND (Италия). Монтаж и эксплуатация установки по очистке германия, созданной в ИЯИ РАН. Подготовка эскизного проекта установки LEGENDA. Участие в работе коллабораций JUNO (Китай) и Тунка (Россия).

Продолжить сбор данных по гравитационному фону с помощью гравитационной антенны ОГРАН в подземной лаборатории БНО ИЯИ РАН. Разработать алгоритмы совместного анализа данных ОГРАН и БПСТ.

Международные эксперименты по физике космических лучей. Участие в работе APPEC (Astroparticle Physics European Consortium), IAXO (International AXion Observatory).

На установке Telescope Array будет проведен анализ анизотропии направлений прихода космических лучей на основе данных наземной решетки за 10 лет наблюдения. Будет разработан метод анализа данных наземной решетки низкоэнергетического расширения TALE, продолжен сбор данных и продолжено развертывание расширенной установки TAx4. Российская группа выполнит план регулярных дежурств на установке.

Эксперимент LHAASO (Китай). Планируется создание на основе нового сцинтиллятора трёх кластеров по 16 эн-детекторов, адаптированных к работе в условиях высокогорья, отладка методики эксперимента и системы сбора данных и алгоритмов обработки экспериментальных данных. Будут проведены необходимые монте-карловские расчеты и моделирование эксперимента. С учетом полученных результатов будет продолжаться и корректироваться работа по созданию установки PRISMA-LHAASO в Тибете.

Нейтронная физика на ускорителях. Для нейтринного комплекса ИЯИ РАН будут выполнены: Разработка и создание блока высокого разрешения на основе детекторов нейтронов, состоящих из линейных твердотельных сцинтилляторов и коллиматоров с малой, до 0.3град, угловой апертурой. Автоматизация системы высокого давления установки Геркулес. Создание газовой системы установки Геркулес для исследования материалов-накопителей водорода и других газов. Модернизация рентгеновских установок. Разработка тех. задания для создания проекта импульсной нейтронной радиографии. Будут развиты новые методы регистрации нейтронов.

Физика и техника ускорителей. Будет обеспечено участие ИЯИ РАН в работах на ускорительном комплексе NICA (Дубна), как в ускорительной части, так и в детекторной. Будут разработаны дебанчер для синхротрона NICA. В экспериментах MPD/BM@N мегапроекта NICA будет создана и исследована основная часть переднего адронного калориметра, предназначенного для определения геометрии столкновений тяжелых ионов, центральности и плоскости реакции.

## Ожидаемые результаты 2

Публикация полученных новых знаний в виде научных статей и докладов на конференциях.

### 3

Физика сверхвысоких энергий в ЦЕРН. Эксперимент AEGIS (CERN) - Измерение гравитационного ускорения атомов антиводорода на антипротонном десселераторе CERN. В 2018 году ожидается впервые получение направленного пучка холодных атомов антиводорода и проведение первых тестовых измерений.

Эксперимент NA64 (SPS CERN) – Поиск лёгкой тёмной материи на ускорителе SPS ЦЕРН. В 2018 году ожидается впервые получение результатов с улучшенной на порядок чувствительностью поисков по сравнению с 2016-17 гг. Также ожидается получение первых результатов по выяснению природы т.н.  $8\text{Be}$  anomaly (избытка  $e^+e^-$  пар с массой  $\sim 17$  MeV в распадах возбужденных ядер  $8\text{Be}$ ).

Эксперимент CMS является одним из основных экспериментов на большом адронном коллайдере в ЦЕРНе.

LHCb – эксперимент, предназначенный для изучения физики тяжёлых кварков на большом адронном коллайдере БАК.

Байкальский нейтринный телескоп. Развитие Байкальского глубоководного нейтринного телескопа.

Нарушение CP, T симметрий и нейтринная физика на ускорителях. В экспериментах ОКА (Россия) и E36 (Япония) будет выполнена модернизация и продолжен анализ данных. В эксперименте NA62 (CERN) будет продолжен набор статистики, будет тестироваться вето ANTI-0. Будет обеспечено участие в работах с детектором Baby-MINP и в проекте SHIP (CERN). Будут продолжены исследования свойств нейтрино в эксперименте с длинной базой T2K (Япония).

Теория и ядерная физика промежуточных и высоких энергий. Разработка корректного учёта влияния высших поправок теории возмущений на наблюдаемые реакции глубоко неупругого лептон адронного рассеяния. Получение количественной оценки методами квантовой теории поля эффектов ядерной структуры на сечения глубоко неупругого лептон ядерного рассеяния для легких ядер. Получение ограничений на константы связей для расширений Стандартной модели со скалярными и векторными мессенджерами и лёгкой тёмной материи. Получение соотношений между ренорм групповыми функциями в суперсимметричных калибровочных теориях в трёхпетлевом приближении на основе использования модифицированной схемы размерной регуляризации.

Будут получены новые экспериментальные данные по сечениям фотоядерных реакций в области пикма резонансов, изучены свойства мультипольных фотоядерных взаимодействий вблизи порога на фемтосекундном лазере тераваттной мощности (совместно с МЛЦ МГУ). На нейтронном комплексе ИЯИ РАН будет проведено исследование различных реакций с образованием в конечном состоянии двухнейтронной системы:  $n+3\text{H}>2\text{H}+(\text{nn})$ ,  $n+2\text{H}>1\text{H}+(\text{nn})$ , и  $d+2\text{H}>(\text{pp})+(\text{nn})$ . В планируемых экспериментах будет проведено прямое определение энергии nn-виртуального синглетного  $1S_0$  состояния в различных реакциях и на основе сравнения этих энергий и их анализа будут проведены оценки степени nn-корреляций в различных реакциях, определен механизм самих этих корреляций, исследована зависимость эффективного притяжения, возникающего между нейтронами от характера их исходного состояния в свободном пространстве. В исследуемых реакциях будет определена энергетическая зависимость параметров NN-систем при различных энергиях налетающих частиц, и таким образом исследовано влияние трехнуклонных сил на низкоэнергетичные параметры двухнуклонных систем.

Редкие процессы в лептонном секторе Стандартной Модели. Будет обеспечен мониторинг светимости на установке ALICE (CERN) с использованием триггерных сигналов детектора T0. Будут получены детекторные сечения передних триггерных детекторов для протон-протонных столкновений при энергии  $\sqrt{s}$  13 TeV. Будут получены данные об одиночной, двойной и центральной дифракции при столкновении протонов. Будут получены оценки энергии возбуждения спектаторной материи, оценены флуктуации её свойств, проверены предсказания моделей. Будет систематически изучена зависимость результатов от энергии столкновений. Будет определен вклад эмиссии протонов в электромагнитной диссоциации ядер свинца на LHC.

### Ожидаемые результаты 3

Публикация полученных новых знаний в виде научных статей и докладов на конференциях.