

**I. Введение**

1. Члены Программно-консультативного комитета по физике частиц почтили память профессора Яна Нассальского, длительно и плодотворно работавшего в ПКК по физике частиц. Он внес выдающийся вклад в развитие сотрудничества между ОИЯИ и польскими научными центрами.

2. ПКК принимает к сведению информацию, представленную вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким, о резолюции 106-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2009 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (КПП) государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2009 г.).

ПКК с удовлетворением отмечает решение КПП об увеличении бюджета ОИЯИ в 2010 году на 20,7%. КПП также подчеркнул важность ежегодного увеличения бюджета в 2010–2016 гг., планируемого в соответствии с принятым бюджетным прогнозом для достижения стратегических целей развития Института в следующий семилетний период.

ПКК отмечает, что КПП принял концепцию Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг., основанную на концентрации ресурсов для обновления ускорительной и реакторной базы Института, и утвердил этот план в соответствии с рекомендациями программно-консультативных комитетов и Ученого совета ОИЯИ. КПП также поддержал предпринимаемые шаги по интеграции базовых установок Института в единую систему европейской научной инфраструктуры.

ПКК отмечает, что Ученый совет высоко оценил прогресс в работе по модернизации Нуклотрона с целью достижения технических параметров, необходимых для будущей программы исследований на установке NICA/MPD.

3. ПКК поздравляет дирекции ОИЯИ и ЛЯП, а также весь коллектив Института с 60-летием запуска синхроциклотрона ОИЯИ — первого ускорителя Дубны. На этом ускорителе было получено большое количество важных научных результатов, в том числе зарегистрировано 13 открытий.

**II. Общие рекомендации по итогам выполнения «Научной программы развития ОИЯИ» в области физики частиц (2003–2009 гг.) и по программе научных исследований по физике частиц на 2010–2012 гг.**

ПКК принимает к сведению доклады, представленные заместителем директора Лаборатории теоретической физики А.С. Сориним, директором Лаборатории физики

высоких энергий В.Д. Кекелидзе, директором Лаборатории ядерных проблем А.Г. Ольшевским, директором Лаборатории информационных технологий В.В. Ивановым. ПКК одобряет основные направления программы научных исследований ОИЯИ в области физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физики, предложенные на 2010–2012 гг. в соответствии с новым семилетним планом развития ОИЯИ.

ПКК поздравляет дирекцию и интернациональный коллектив сотрудников ОИЯИ с полной и успешной реализацией предыдущей семилетней научной программы, высоко оценивает важный вклад, внесенный Институтом за эти годы в развитие науки и технологий в международном плане. Основные цели, достигнутые в ходе ее осуществления, обеспечивают прочную основу для дальнейшего научно-технического развития ОИЯИ.

### **III. Рекомендации о ходе работ по проекту «Нуклотрон-М»**

ПКК принимает к сведению доклад о ходе реализации проекта «Нуклотрон-М», представленный заместителем главного инженера ОИЯИ Г.В. Трубниковым, отмечает значительный прогресс в модернизации ускорительного комплекса ЛФВЭ и четкое выполнение графика работ. ПКК с удовлетворением отмечает, что в ходе осеннего сеанса были полностью выполнены обязательства по физической программе и продемонстрирована стабильная работа ускорительного комплекса при высокой интенсивности.

### **IV. Рекомендации по докладу председателя Экспертного комитета по ускорительному комплексу Нуклотрон-М/NICA**

ПКК принимает к сведению доклад профессора Б.Ю. Шаркова, председателя Экспертного комитета по ускорительному комплексу Нуклотрон-М/NICA, и отмечает существенный прогресс в реализации проекта «Нуклотрон-М». ПКК выражает благодарность председателю, членам и экспертам комитета за проводимую ими работу, которая играет чрезвычайно важную роль в реализации проекта. ПКК особо отмечает тот факт, что проведенная комитетом экспертиза подтверждает реализуемость проекта NICA. ПКК рекомендует подготовить и представить на одной из будущих сессий проект реализации очередного этапа создания ускорительного комплекса NICA.

Рецензии о ходе реализации проектов «Нуклотрон-М» и NICA/MPD, подготовленные Экспертным комитетом по ускорительному комплексу

Нуклотрон-М/NICA на заседании комитета, состоявшегося в Дубне 12–13 января 2010 г., представлены в приложениях 1 и 2.

#### **V. Рекомендации о подготовке технического проекта NICA**

ПКК принимает к сведению доклад о подготовке технического проекта NICA, представленный заместителем главного инженера ОИЯИ Г.В. Трубниковым, и отмечает существенный прогресс в этой работе.

#### **VI. Рекомендации о подготовке концептуального проекта детектора MPD**

ПКК принимает к сведению доклад, представленный директором ЛФВЭ В.Д. Кекелидзе, о подготовке концептуального проекта установки MPD.

ПКК с интересом ознакомился с ходом работ по концептуальному проекту установки MPD и поддерживает лежащую в ее основе идеологию создания детектора, не имеющего аналогов по акцептансу и эффективности регистрации заряженных адронов в изучаемой области энергии. ПКК поддерживает стратегию поэтапного создания установки MPD и с удовлетворением отмечает существенный прогресс в проработке всех ее базовых элементов. ПКК рекомендует подготовить и представить на следующей сессии проект реализации первой стадии многоцелевой установки MPD — пусковой очереди. ПКК рекомендует координировать работы по созданию ускорителя, по детектору и по физическим задачам, а также усилить коллаборацию, привлекая внешних экспертов и советников.

#### **VII. Рекомендации о ходе подготовки «белой книги» по программе NICA**

ПКК принимает к сведению доклад, представленный заместителем директора ЛТФ А.С. Сориним, о дальнейшем ходе работ по подготовке «белой книги», посвященной научной программе проекта NICA по изучению смешанной фазы и спиновой физики. ПКК отмечает прогресс, достигнутый в этом направлении, и рекомендует продолжить работу по формированию физической программы исследований с учетом ее конкурентоспособности и комплементарности с исследованиями, планируемыми в ЦЕРН, на RHIC и FAIR.

#### **VIII. Рекомендации о ходе работ по ILC, ведущихся в ОИЯИ**

ПКК принимает к сведению доклад, представленный главным инженером Института Г.Д. Ширковым, о ходе работ по ILC, ведущихся в ОИЯИ, и рекомендует продолжить участие в этих работах.

## **IX. Рекомендации о первом опыте работы физиков ОИЯИ по приему данных в экспериментах LHC**

ПКК принимает к сведению сообщения о первом опыте работы физиков ОИЯИ по приему данных в экспериментах ALICE, ATLAS и CMS. ПКК поздравляет коллективы ОИЯИ с выполнением принятых обязательств по созданию этих установок и вводу их в действие. ПКК высоко оценивает представленные первые физические результаты, которые в целом свидетельствуют о хорошей работе детекторов. ПКК особо отмечает важный вклад Лаборатории информационных технологий в первую фазу анализа данных.

## **X. Рекомендации по новым проектам**

ПКК рассмотрел предложения по новым проектам, представленным на сессии.

1. ПКК предлагает поддержать участие ОИЯИ в программах научных исследований на LHC сроком на 5 лет. ПКК рекомендует одобрить проекты «Участие ОИЯИ в физических исследованиях на LHC. ATLAS, ALICE, CMS» для выполнения до конца 2014 года.

ПКК рекомендует выделять достаточные средства для участия ОИЯИ в наборе и анализе экспериментальных данных с тем, чтобы огромные усилия, предпринятые на этапе строительства установок LHC, соответствовали не менее серьезной работе на этапе реализации физических программ. ПКК ожидает на будущих сессиях регулярного представления докладов о ходе этой работы.

2. ПКК рекомендует одобрить участие ОИЯИ в проекте «STAR на RHIC» для выполнения до конца 2012 года. ПКК поддерживает участие в исследованиях со сканированием энергий пучка и по программе набора поляризованных протон-протонных данных, что обеспечит получение результатов мирового класса и создание важной учебно-тренировочной базы для работ по проекту коллайдера NICA.

3. ПКК поддерживает проводимые в ОИЯИ работы и рекомендует одобрить участие ОИЯИ в проекте «PANDA. Эксперименты на FAIR» до конца 2014 года, учитывая временные рамки реализации проекта.

## **XI. Рекомендации по проекту и теме, одобренным к завершению в 2009 году и предложенным для продления**

1. ПКК принимает к сведению отчет об участии ОИЯИ в проекте HADES, высоко оценивает полученные результаты и рекомендует продолжить работу по этому проекту до конца 2012 года.

2. ПКК принимает к сведению отчет по теме «Разработка и создание строу-детекторов», отмечает востребованность и перспективность проводимых работ и рекомендует продолжить их до конца 2012 года.

## **XII. Рекомендации по работам, одобренным к завершению в 2009 году**

1. ПКК принимает к сведению отчет по проекту NA48 и отмечает высокую научную значимость полученных результатов. В связи с окончанием эксперимента ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект (участие ОИЯИ) и поддерживает предложение продолжить работы по анализу данных в рамках темы «Изучение редких распадов заряженных каонов в экспериментах на SPS ЦЕРН (проект NA62)».

2. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту OKAPI и отмечает уникальность полученных результатов. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект (участие ОИЯИ) и поддерживает предложение продолжить исследования в рамках темы «Изучение редких распадов заряженных каонов в экспериментах на SPS ЦЕРН (проект NA62)».

3. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту NIS и отмечает высокий уровень выполненных работ. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект и поддерживает предложение продолжить эти работы в рамках нового проекта HyperNIS.

4. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту ALPOM. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект и поддерживает предложение продолжить данные работы в рамках нового проекта ALPOM-2.

5. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту СТРЕЛА и рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект.

6. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту рНе3 и отмечает актуальность данных исследований. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект и поддерживает предложение продолжить эти работы в рамках проекта DSS.

7. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту LNS и отмечает актуальность данных исследований. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект и поддерживает предложение продолжить эти работы в рамках проекта DSS.

8. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту ДЕЛЬТА-СИГМА. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект и поддерживает предложение завершить измерения по данной программе после ввода в действие поляризованной мишени и получения пучков с необходимыми параметрами на ускорителе Нуклотрон-М.

9. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту ДЕЛЬТА-2 и рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект.

10. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту МАРУСЯ и рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект.

11. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту CLIC и рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект (участие ОИЯИ).

12. ПКК принимает к сведению письменный отчет по проекту «Разработка и внедрение компактных электронных и ионных ускорителей для прикладных целей». ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть этот проект.

13. ПКК рекомендует дирекции ОИЯИ закрыть проект E391a (участие ОИЯИ).

### **XIII. О стендовых сообщениях молодых ученых**

ПКК с особым интересом ознакомился со стендовыми сообщениями в области физики частиц, представленными молодыми учеными, и рекомендует продолжить включение такой формы презентаций в программу будущих сессий.

### **XIV. Следующая сессия ПКК**

Следующая сессия ПКК по физике частиц состоится 21–22 июня 2010 г.

В повестку дня сессии предполагается включить следующие вопросы:

- рассмотрение новых проектов и тем;
- отчеты и рекомендации по проектам и темам, завершающимся в 2010 году;
- доклад о ходе работ по реализации проектов Нуклотрон-М/NICA и MPD;
- о ходе подготовки «белой книги» по программе NICA;
- доклад о ходе работ по ILC, ведущихся в ОИЯИ;
- доклады групп ОИЯИ о первых научных результатах в экспериментах на LHC.

Э. Томази-Густафсон  
председатель ПКК

## **Рецензия о ходе реализации проекта «Нуклотрон-М»**

Проект «Нуклотрон-М» является первой стадией проекта NICA/MPD, ориентированного на развитие экспериментальной базы ОИЯИ для получения интенсивных пучков тяжелых ионов и поляризованных ядер с основной целью изучения проблемы фазовых переходов в сильно взаимодействующей ядерной материи. Весьма активная работа продолжалась во второй половине 2009 г, и были получены существенные результаты в реализации ряда подпроектов.

В июне 2009 г. была завершена полномасштабная модернизация криогенного комплекса ЛФВЭ, начатая в августе 2008 г. В течение периода с июля по ноябрь 2009 г. существенный прогресс достигнут в модернизации вакуумной системы Нуклотрона (2-я стадия). Завершение этих работ планируется на февраль 2010 г., когда ожидается уменьшение давления остаточного газа до уровня не выше  $10^{-9}$  Торр.

Очень хорошо продвигается разработка высокоинтенсивного источника многозарядных ионов электронно-струнного типа. Был получен пучок ионов  $\text{Xe}^{42+}$  с импульсным током около 130 мкА (примерно  $3 \times 10^7$  выведенных частиц за импульс) при времени ионизации 780 мсек. На Нуклотроне были успешно проведены два сеанса работы (№39 и №40) в июне и ноябре-декабре 2009 г. (общей продолжительностью примерно 1000 часов). Все системы показали устойчивую и надежную работу при уровне поля поворотных магнитов 1,5 Тл, прототип нового высоковольтного источника электростатического септума был испытан на напряжение до 220 кВ, в результате успешно проведенной юстировки ускоряюще-фокусирующей системы линейного ускорителя ЛУ-20 ток инжектора был увеличен примерно в 2 раза.

### **Заключение**

1. Проект «Нуклотрон-М» хорошо спланирован и успешно продвигается — в настоящее время ряд подпроектов выполнен на 70-80%. Ключевой задачей является увеличение поля до 2 Тл. В предшествующие годы ускоритель работал при уровне  $<1$  Тл ввиду проблем с системами защиты и электропитания. Эти проблемы четко обозначены, и успешно продвигается создание нового источника питания. В скором времени будет завершена модернизация источника питания

электростатического септума системы медленного вывода пучка.

2. Экспертный комитет подчеркивает, что задачи исследований по ускорительной физике (улучшение параметров пучка) на модернизированном Нуклотроне сформулированы недостаточно отчетливо: необходимо разработать программу измерений для определения базовых параметров ускорителя и пучка частиц (положение орбиты, аксептанс, эмиттанс пучка, хроматичность и т.д.) и ориентировать продолжение этих работ на удовлетворение требований комплекса NICA.

3. Для достижения существенного прогресса в улучшении параметров пучка комитет рекомендует выделять необходимое время в течение сеансов для систематических работ по развитию ускорителя.

4. Было представлено предложение установить в Нуклотроне прототип системы стохастического охлаждения. Комитет считает, что в силу высокой мотивации этой деятельности ее следует продвигать максимально быстро. К примеру, работа может быть разбита на этапы, когда первоначально устанавливается широкополосный пикап, используемый для исследований дробового шума пучка, а уже затем устанавливается кикер. Задачей этой работы должна быть демонстрация времени охлаждения порядка нескольких секунд. Комитет рекомендует срочно приступить к закупке необходимого оборудования. Планируемый срок реализации этих работ могут быть существенно сокращен.

5. Ближайшим этапом проекта «Нуклотрон-М», подводящим результаты подпроектов, должно быть осуществление в весеннем сеансе 2010 г. ускорения ионов  $^{144}\text{Xe}^{44(42)+}$ .

6. Комитет подчеркивает, что разработчики проекта NICA совместно с физиками (из ОИЯИ, ИТЭФ, ИФВЭ и др. институтов) должны предложить адекватную программу экспериментальных исследований на пучках Нуклотрона-М и пучках ускорителей других российских институтов по проведению НИОКР по элементам детектора MPD.

7. Комитет рекомендует уделять больше внимания концептуальной разработке системы управления комплекса NICA и осуществлять модернизацию системы управления Нуклотрона-М в соответствии с принятой для NICA стратегией.

Экспертный комитет рекомендует дирекции ОИЯИ продолжать финансирование финальной стадии модернизации Нуклотрона с наивысшим приоритетом в соответствии с планами и графиком выполнения проекта, уделяя



должное внимание созданию необходимых экспериментальных стендов и развитию инженерной инфраструктуры.

Экспертный комитет по ускорительному комплексу Нуклотрон-M/NICA:

Б. Шарков (ИТЭФ) — председатель, П. Белошицкий (ЦЕРН), А. Федотов (BNL), С. Иванов (ИФВЭ), М. Штек (GSI), Т. Катаяма (Токийский ун-т), В. Лебедев (FNAL), С. Нагайцев (FNAL), П. Зенкевич (ИТЭФ), А. Злобин (FNAL).

*Дубна, 13 января 2010 г.*

## **Рецензия о ходе реализации проекта NICA/MPD**

Проектирование комплекса NICA успешно развивается. За период после предыдущего заседания Экспертного комитета были предложены две основные модификации в концепции коллайдера NICA:

1. Накопление пучка в продольном фазовом пространстве с использованием техники барьерного ВЧ-напряжения и стохастического охлаждения было выбрано в качестве базового метода для инжекции в коллайдер.

2. Для коллайдера были выбраны сверхпроводящие магниты «Нуклотронного» типа с железным сердечником и рабочим полем до 2 Тл, с увеличением периметра колец до 340 м.

Относительно этих двух модификаций комитет согласен, что оба предложения представляются реализуемыми и адекватными задачам проекта. Комитет рекомендует уделить серьезное внимание разработке инжекционного кикера, который является ключевым элементом, определяющим эффективность накопления частиц. Необходимо инициировать НИОКР в этом направлении. Для продольного стохастического охлаждения наиболее привлекательным представляется метод Пальмера. Необходимо зарезервировать требуемое место для размещения пикапов и кикеров, а также предусмотреть достаточное место для элементов системы коррекции хроматичности. Окончательный выбор периметра кольца может быть осуществлен только после завершения концептуального проекта коллайдера и спецификации всех его элементов.

Что касается магнитной системы коллайдера, использование магнитов с железным сердечником является хорошим решением проблемы обеспечения требуемых характеристик поля. Хотя на данной стадии апертура магнитов еще не выбрана, конструкция магнитов мало зависит от ее изменений. В отличие от магнитов Нуклотрона, магниты коллайдера (двойные и изогнутые) требуют отдельного внимания к разработке системы юстировки без вскрытия криостатов. Серьезное внимание следует уделить разработке квадрупольных линз системы фокусировки в точке встречи, которые требуют больших градиентов полей при большой апертуре.

На текущем этапе разработке концепции комплекса NICA комитет не видит принципиальных препятствий к его реализации. Проект NICA достаточно сложный и

амбициозный, но выполнимый и реалистичный с точки зрения ускорительной физики. Проект имеет потенциал для развития нескольких ускорительных технологий, находящихся на передовых рубежах физики пучков. Это делает его весьма привлекательным для экспертов в области физики ускорителей и может служить хорошим катализатором как для привлечения авторитетных в мире экспертов, так и для улучшения обучения студентов в этой области. Комитет активно поддерживает усилия дирекции ОИЯИ по реализации этого проекта.

### **Заключение**

1. Проект предполагает три типа экспериментов: ион-ионные, ион-протонные столкновения и столкновения легких поляризованных ядер. Оптимизировать конструкцию коллайдера для всех этих задач представляется достаточно сложным. Комитет рекомендует определить стратегию поэтапной реализации проекта. Например, на первом этапе может быть наиболее просто реализовать ион-ионные столкновения. Вторая стадия потребует модернизации оптики участка встречи для реализации несимметричных ион-протонных столкновений. Окончательно поляризационная программа может быть реализована на третьей стадии после необходимой модернизации коллайдера. Соответственно, необходимое место на орбите коллайдера должно быть предусмотрено с самого начала, чтобы в будущем не возникло трудностей при его модернизации.

2. Для ион-ионных столкновений ближайшей задачей является завершение к концу 2010 г. концептуального проекта коллайдера. Комитет рекомендует проектировать установку, рассматривая три разные значения кинетической энергии ионов: 4,5, 3,5 и 1,5 ГэВ/нуклон (в порядке важности), чтобы получить реалистичную оценку зависимости светимости от энергии. Чтобы определить требуемый периметр и место размещения коллайдера, необходимо разработать модель установки, включающую в себя исчерпывающий перечень необходимого технологического оборудования и определяющую положение каждого элемента в кольце.

3. Разработка системы стохастического охлаждения и развитие техники барьерного ВЧ-напряжения важно для проекта NICA и может быть осуществлено при тесном сотрудничестве с FZJ, GSI, BNL, ЦЕРН и FNAL.

4. Относительно разработки системы электронного охлаждения комитет рекомендует определить, насколько необходимо электронное охлаждение, и провести аккуратное сравнение двух возможностей: с замагниченным и

незамагниченным электронным пучком. Эта работа может быть выполнена в сотрудничестве с ИЯФ им. Г.И. Будкера, FZJ, BNL и FNAL.

5. Серьезное внимание необходимо уделить развитию системы ведения проектной документации (подобной EDMS). Эта работа может быть выполнена совместно с ЦЕРН.

6. Комитет полагает, что в ближайшее время проект вступит в стадию, когда недостаточное обеспечение трудовыми ресурсами может стать основным препятствием для его реализации. К следующему заседанию комитет просит подготовить детальный план трудозатрат, требуемых на всех стадиях проекта, и представить подробную информацию о планируемом профиле финансирования работ.

Экспертный комитет по ускорительному комплексу Нуклотрон-M/NICA:

Б. Шарков (ИТЭФ) — председатель, П. Белошицкий (ЦЕРН), А. Федотов (BNL), С. Иванов (ИФВЭ), М. Штек (GSI), Т. Катаяма (Токийский ун-т), В. Лебедев (FNAL), С. Нагайцев (FNAL), П. Зенкевич (ИТЭФ), А. Злобин (FNAL).

*Дубна, 13 января 2010 г.*