

**I. Введение**

Программно-консультативный комитет по физике частиц принимает к сведению информацию, представленную вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким, о резолюции 113-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2013 г.) и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (март 2013 г.).

ПКК с удовлетворением отмечает признание Ученым советом успехов в развитии ускорительного комплекса «Нуклотрон-NICA»: существенный прогресс в научно-исследовательских разработках по новому тяжелоионному линаку, испытания новых источников частиц и ход работ по сооружению бустера.

ПКК также отмечает, что Ученый совет одобрил все рекомендации ПКК, в частности:

- по дальнейшему улучшению качества сброса пучка Нуклотрона;
- по выполнению проекта MPD и взаимодействию между командой MPD и Экспертным комитетом по детектору MPD;
- по углубленному анализу содержания «белой книги», посвященной научной программе проекта NICA;
- по участию физиков ОИЯИ в модернизации детекторов ALICE, ATLAS и CMS.

ПКК приветствует инициативу дирекции ОИЯИ получить статус наблюдателя в ЦЕРН.

**II. Общие замечания**

ПКК с интересом заслушал информацию и одобряет начальные усилия, предпринятые по консолидации научной деятельности в ЛФВЭ.

ПКК просит директоров ЛФВЭ, ЛЯП и ЛИТ представить на следующей сессии ПКК обзорные доклады по научной деятельности лабораторий и свое видение перспектив их дальнейшего развития.

ПКК также намерен заслушать доклад Экспертного комитета по ускорительному комплексу «Нуклотрон-NICA», чтобы оценить достижения, пройденные этапы и трудности в выполнении проекта «Нуклотрон-NICA», а также возможности его завершения в 2017 году. Последний раз такой доклад был представлен на сессии ПКК более трех лет назад.

### **III. Рекомендации по проекту «Нуклотрон-NICA»**

ПКК отмечает с интересом успехи в реализации проекта «Нуклотрон-NICA», представленные Г.В. Трубниковым. ПКК поздравляет участников с достижением стабильности в работе Нуклотрона, продемонстрированной в 47-м сеансе, и с существенным прогрессом, достигнутым в улучшении качества пучка. ПКК также поздравляет коллектив ЛФВЭ с успешной реализацией режима стохастического охлаждения, что сделано впервые на Нуклотроне.

ПКК приветствует сообщение координатора экспериментальной программы на пучках Нуклотрона Е.А. Строковского о результатах 47-го сеанса. Комитет поддерживает стратегию руководства лаборатории по дальнейшему улучшению физической программы исследований и активному диалогу с пользователями пучков Нуклотрона.

ПКК с удовлетворением отмечает результаты Международного совещания по перспективам экспериментальных исследований на пучках Нуклотрона, проходившего в Дубне 6–7 июня 2013 года.

ПКК с интересом отмечает доклад, представленный В.П. Ладыгиным, об успехах, достигнутых в подготовке программы исследований на пучках Нуклотрона в экспериментах с фиксированной мишенью и в создании детектора для проекта BM@N. Комитет подтверждает свою решительную поддержку программе с фиксированной мишенью на Нуклотроне и эксперименту BM@N, рассматривая их как важную составляющую проекта NICA. ПКК призывает руководство проекта BM@N изыскать необходимые ресурсы и добиться заинтересованности участвующих в эксперименте институтов, чтобы обеспечить реализацию этой программы к моменту завершения строительства ускорительного комплекса. В частности, требуется подготовить реальный план первого этапа создания детектора для работы с пучками Нуклотрона, ожидаемыми в конце 2015 года.

ПКК настоятельно рекомендует создать Экспертный комитет по проекту BM@N подобный тому, который успешно работает по проекту MPD.

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

ПКК принимает к сведению информацию, представленную А.С. Сориным, о ходе подготовки «белой книги», посвященной научной программе проекта NICA. Комитет с удовлетворением отмечает первый шаг по приоритизации предложений, собранных в «белой книге», и рекомендует продолжить эту важную работу для определения основных сигналов и реалистических измерений, в тесном контакте с командами

MPD и BM@N. В этом деле приветствуется сотрудничество теоретиков и экспериментаторов с целью создания программы физических исследований на установках BM@N и MPD.

## **V. Рекомендации по проекту MPD**

ПКК принимает к сведению доклад о ходе выполнения работ по проекту MPD, представленный В.И. Колесниковым, высоко оценивает физическую программу и предложенную стратегию первоочередных экспериментов в первые годы работы комплекса NICA. Комитет отмечает значительный прогресс в создании прототипов детектора, а также сложности, связанные с производством магнита MPD и строительством здания NICA. ПКК одобряет ход работ по подготовке технического проекта эксперимента и технический проект для подсистемы TPC, представленный А.М. Коротковой.

ПКК с интересом отмечает доклад Экспертного комитета по детектору MPD, представленный Х. Гутбродом. Со времени предыдущей сессии ПКК Экспертный комитет провел два совещания с участниками проекта MPD, на которых детально обсуждались характеристики электромагнитного калориметра, проблемы реконструкции треков частиц и эффективности детектора, прогресс в подготовке к ди-лептонным измерениям. Памятная записка, суммирующая результаты обсуждений, представлена в Приложении. ПКК высоко оценивает роль Экспертного комитета в проведении всесторонней оценки проекта и рекомендует продолжение регулярных совещаний.

## **VI. Рекомендации по участию ОИЯИ в экспериментах на LHC**

ПКК принимает к сведению доклады о научных результатах экспериментов ATLAS, CMS и ALICE, представленные И.В. Елецких, А.В. Зарубиным и А.С. Водопьяновым, соответственно. Комитет признает научную значимость результатов, полученных в экспериментах во время первых сеансов работы LHC, и призывает дубненских участников более активно выступать с докладами на конференциях, представлять к защите диссертации и участвовать в анализе экспериментальных данных.

Комитет отмечает успехи физиков ОИЯИ в модернизации детекторов на LHC. Группам следует развивать успешный опыт предыдущих лет для подготовки детекторов к работе на LHC в условиях повышенной светимости. ПКК рекомендует

продлить соответствующие темы до конца 2016 года — завершающего года Семилетнего плана развития ОИЯИ.

## **VII. Рекомендации по первоочередным проектам и темам, ранее утвержденным к завершению в 2013 году и предложенным для продления**

ПКК с интересом отмечает доклад об участии ОИЯИ в проекте BES-III, представленный А.С. Жемчуговым, значимость полученных результатов, включая наблюдение нового, чармониеподобного состояния  $Z_c(3900)$ , подчеркивает важность этих работ и рекомендует продлить проект до конца 2016 года.

ПКК принимает к сведению отчет о ходе работ и результатах эксперимента COMPASS-II, представленный А.П. Нагайцевым. Комитет признает важность и научную значимость предложенных исследований и рекомендует продлить данный проект и тему до конца 2016 года.

ПКК принимает к сведению отчет по проекту «Исследование глубоко подкритических электроядерных систем и возможностей их применения для производства энергии в трансмутации РАО», представленный С.И. Тютюнниковым. Комитет признает значимость научных проблем, важность исследований, проводимых в рамках данного проекта, и рекомендует продлить его до конца 2016 года.

ПКК принимает к сведению отчет по завершающейся теме «Теория элементарных частиц» и предложение по новой теме «Теория фундаментальных взаимодействий», представленные Д.И. Казаковым. Комитет высоко оценивает результаты, достигнутые по главным направлениям исследований: Стандартная модель и ее расширения, партонные распределения в КХД для современных и будущих коллайдеров, физика тяжелых и экзотических адронов, релятивистская ядерная физика. ПКК также отмечает взаимосвязь теоретических исследований и экспериментальными программами ОИЯИ и поддерживает продолжение теоретических работ в области физики элементарных частиц в рамках темы, охватывающей различные аспекты фундаментальных взаимодействий. Комитет рекомендует одобрить открытие новой темы «Теория фундаментальных взаимодействий» на период 2014–2018 гг.

ПКК принимает к сведению отчет по завершающейся теме «Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия, интегрируемость» и предложение по новой теме «Современная математическая физика: струны и гравитация, суперсимметрия и интегрируемость», представленные А.П. Исаевым.

Комитет высоко оценивает результаты, полученные по основным направлениям исследований: квантовые группы и интегрируемые системы, суперсимметрия, квантовая гравитация, космология и струны. ПКК отмечает успешную организацию международных конференций, совещаний, школ и поддерживает продолжение работ в области современной математической физики в рамках темы, нацеленной на развитие математических методов решения важнейших проблем современной теоретической физики. Комитет рекомендует одобрить открытие новой темы «Современная математическая физика: струны и гравитация, суперсимметрия и интегрируемость» на период 2014–2018 гг.

ПКК принимает к сведению детальное предложение об открытии новой темы «Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных» в рамках направления исследований «Сети, компьютеринг, вычислительная физика», представленное Г. Адамом. ПКК рассматривает разработку численных методов, алгоритмов и программ с использованием новых вычислительных технологий для многоядерных и гибридных архитектур как главную задачу ЛИТ и рекомендует одобрить открытие этой темы на период 2014–2016 гг. Для других частей данного предложения, где экспертная поддержка и участие специалистов ЛИТ в исследовательских программах не связаны с развитием инфраструктуры информационных технологий в ОИЯИ, Комитет просит руководство ЛИТ прояснить свой подход в распределении ресурсов, в выборе направлений исследований, а также в том, каким образом пользователь участвует в покрытии расходов на эту поддержку.

ПКК принимает к сведению предложение об открытии новой темы «Информационная и компьютерная инфраструктура ОИЯИ» в рамках направления исследований «Сети, компьютеринг, вычислительная физика», представленное В.В. Кореньковым. Комитет признает необходимость существенного роста информационно-технологического потенциала ОИЯИ, отмечает важность создания в ОИЯИ центра Tier-1 и рекомендует одобрить открытие этой темы на период 2014–2016 гг.

ПКК принимает к сведению отчет по завершающейся теме «Научно-образовательный проект “Дубненская международная школа современной теоретической физики (DIAS-TH)”» и предложение по новой теме «Дубненская международная школа современной теоретической физики (DIAS-TH)» представленные А.Т. Филипповым. Комитет высоко оценивает успешные результаты

образовательных программ по современной теоретической физике, организацию рабочих совещаний и школ для студентов и молодых ученых, курсов лекций для студентов, выпускников и аспирантов из стран-участниц ОИЯИ и других стран. ПКК поддерживает продолжение образовательной работы по теоретической физике в рамках новой темы, которая должна быть направлена на развитие широкого спектра учебных и исследовательских программ для студентов, аспирантов и молодых ученых. Комитет рекомендует одобрить открытие новой темы «Дубненская международная школа современной теоретической физики» (DIAS-TH)» на период 2014–2018 гг.

### **VIII. Рекомендации по темам, ранее утвержденным к завершению в 2013 году**

ПКК принимает к сведению письменные отчеты, представленные Л.Г. Афанасьевым по эксперименту DIRAC, А.Г. Ольшевским по эксперименту PANDA, а также А.И. Малаховым и В.В. Ивановым по проекту CBM, и рекомендует их продление до конца 2016 года (для эксперимента DIRAC — до конца 2015 года).

### **IX. О научном докладе**

ПКК высоко оценивает научный доклад «Наблюдение и исследование экзотических чармониеподобных состояний в эксперименте BES-III», представленный Д.В. Дедовичем, и благодарит докладчика. ПКК поздравляет группу ОИЯИ и коллаборацию BES-III с интересным результатом.

### **X. О сообщениях молодых ученых**

ПКК с удовлетворением отмечает превосходные доклады, сделанные молодыми учеными: А.М. Коротковой (MPD), И.В. Елецких (ATLAS), А.С. Жемчуговым (BES-III), и настоятельно советует руководителям других групп выбирать молодых сотрудников для представления докладов о состоянии дел по проектам на сессиях Комитета.

ПКК с интересом ознакомился со стендовыми сообщениями, представленными молодыми учеными ЛТФ, ЛИТ и ЛФВЭ в области физики частиц, и выбрал сообщение «Измерение асимметрии вперед-назад в рождении мюонов в процессах Дрелла–Яна в эксперименте CMS», подготовленное И.Н. Горбуновым, для доклада на сессии Ученого совета в сентябре 2013 года.

## **XI. Следующая сессия ПКК**

Следующая сессия ПКК по физике частиц состоится 27–28 января 2014 года.

В ее повестку предлагается включить следующие вопросы:

- доклады директоров ЛФВЭ, ЛЯП и ЛИТ;
- рассмотрение новых проектов и тем;
- отчеты и рекомендации по проектам и темам, завершающимся в 2014 году;
- доклад о ходе работ по реализации проектов «Нуклотрон-NICA» и MPD, включая доклад Экспертного комитета по ускорительному комплексу «Нуклотрон-NICA»;
- доклад координатора экспериментальной программы на пучках Нуклотрона;
- доклад о ходе работ по установлению приоритетов и отбору предложений по физической программе NICA, представленных в «белой книге» для выполнения на установках BM@N и MPD;
- доклад о ходе работ по проекту BM@N;
- доклады групп ОИЯИ о полученных ими научных результатах в экспериментах на LHC и о работах по модернизации детекторов.

ПКК ожидает, что доклады по проектам и темам со сроком завершения в 2014 году будут сфокусированы на достижениях групп ОИЯИ за отчетный период, включая не только развитие аппаратного обеспечения, но и физический анализ, и опубликованные работы с существенным вкладом авторов от ОИЯИ, и защищенные диссертации. Количество представляемых в докладе слайдов должно соответствовать отведенному докладчику времени. Хорошее правило — иметь примерно один слайд на минуту выступления.

И. Церруя  
председатель ПКК

**Памятная записка о результатах видеоконференции Экспертного комитета по детектору MPD и команды MPD, проведенной 24 мая 2013 года, и о результатах личной встречи, состоявшейся в Дубне 7 июня 2013 года**

***Видеоконференция с командой MPD (24 мая 2013 г.)***

Участники от Экспертного комитета:

Х. Гутброд, Х. Шмидт, Ну Сюй, И. Церруя

Программа

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. Состояние дел по проекту MPD в ОИЯИ                                    | В.Д. Кекелидзе  |
| 2. Обзор технического проекта TPC   | А.М. Короткова  |
| 3. Обсуждение документа с ответами на вопросы членов Экспертного комитета | В.И. Колесников |
| 4. Промежуточный отчет по ди-лептонам                                     | А.И. Зинченко   |
| 5. Дискуссия  |                 |

Все материалы видеоконференции доступны на сайте MPD:

[http://nica.jinr.ru/files/MPD/mpd\\_tdr.htm](http://nica.jinr.ru/files/MPD/mpd_tdr.htm) (код доступа: jinr2013)

В.Д. Кекелидзе представил детальный обзор состояния дел по ускорительному комплексу NICA и по детектору MPD. Хотя финансирование этих проектов в рамках бюджета ОИЯИ не вызывает сомнений, поступление дополнительных средств из российского фонда по мегапроекту, похоже, ожидается лишь через 2–3 года. Руководство Института делает все возможное для получения этих важных ресурсов.

В.Д. Кекелидзе отметил, что проект NICA включает 12 подпроектов и финансирование MPD напрямую зависит от того, как успешно они продвигаются. Экспертный комитет по детектору MPD призывает руководство ОИЯИ как можно скорее оценить и обеспечить размер финансирования, предусмотренный для MPD. Пример ЦЕРН доказал, что необходимо четкое разделение бюджетов ускорителя и экспериментов. В некоторых зарубежных лабораториях создание экспериментальных установок слишком запоздало, поскольку выделенные средства были перенаправлены на строительство самого ускорителя.



На сессии ПКК в январе 2013 года были представлены новые сроки производства магнита с вводом его в эксплуатацию 30 марта 2017 года вместо конца 2015 года. Экспертный комитет обеспокоен задержкой, в частности, процедуры тендера, ранее запланированной на осень 2012 года. Договоренность о завершении технического проекта магнита к августу 2012 года не была выполнена по вине внешней компании, слишком занятой другими делами. Новые сроки, обещанные для завершения работ по техническому проекту, теперь — август-сентябрь 2013 года. Однако из-за больших размеров обмотки магнита сейчас нет единого поставщика этого изделия. И хотя руководство проекта уверено, что общий график работ по MPD будет выдержан, на это нельзя более тратить время, поскольку есть привязка также к началу строительных работ.

Команда MPD представила успехи, достигнутые в конструкции TPC, а также начальный вариант технического проекта, который охватывает все системы TPC (поле формирующая рама и катод, камеры считывания и соответствующая электроника, системы тестирования, калибровки и подачи газа, создание прототипов, инфраструктура и план-график работ).

Возникшие вопросы:

- по величине разрешения, наблюдаемой на прототипе TPC при изучении двух размеров пластин электродов;
- по ожидаемой охлаждающей способности (11 kW), которая примерно вдвое превышает ожидаемую величину ~ 5 kW, генерируемую электроникой TPC;
- по толщине TPC в торцевой части детектора, включая электронику считывания и оправку.

Экспертный комитет полагает, что системы реконструкции треков частиц и их идентификации не будут работать надлежащим образом за толстыми торцевыми пластинами.

В.И. Колесников представил ответы на вопросы, ранее поступившие от Экспертного комитета по детектору MPD. С состоянием работ по подготовке технических проектов для всех подсистем MPD можно ознакомиться на сайте [http://nica.jinr.ru/files/MPD/mpd\\_tdr.htm](http://nica.jinr.ru/files/MPD/mpd_tdr.htm).

Были представлены новые расчеты аксептанса MPD, выполненные для нового, более полного описания геометрии TPC и зоны пересечения пучков. Это привело к большей эффективности установки в решении физических задач для разных быстрот.

Было изучено влияние силы магнитного поля. Низкоэнергетичные частицы заворачиваются магнитным полем. Расширение области измерений на частицы низких энергий потребует проведения специальных сеансов при меньшей напряженности магнитного поля.

Для монтекарловского моделирования событий команда MPD использует 4 различных генератора: UrQMD-3.3, HSD-2.5, QGSM и статистическую модель. Причина небольшого расхождения в числе образованных протонов остается неясной, однако это не существенно для моделирования TPC. Системы TPC и TOF регистрируют и идентифицируют примерно 40-50% от всех рожденных частиц. Дискуссия о необходимости увеличения этого показателя будет продолжена в контексте обсуждения вариантов детекторов в передней области.

Обсуждалось предложение о сдвиге точки взаимодействия к краю TPC с тем, чтобы увеличить аксептанс при больших псевдобыстроотах на одной стороне установки (уменьшив на другой). Такая возможность реальна и позволяет увеличивать аксептанс на 0,3 единиц по быстрой, сдвигая область пересечения пучков на 1 м.

Что касается ECAL, возник вопрос о целесообразности его использования ввиду малых энергий вторичных частиц. К тому же, если принять важность идентификации частиц, может ли использование одного pre-shower значительно улучшить разделение пионов и электронов? Подробный ответ приведен в материалах личной встречи.

А.С. Зинченко рассказал о ходе работ по программе ди-лептонов. Настоятельные просьбы Экспертного комитета улучшить качество анализа привели к изучению возможности использования обрезаний по  $\Delta\phi - \Delta\eta$  и последующему улучшению соотношения сигнал-фон.

### ***Личная встреча с командой MPD (7 июня 2013 г.)***

Участники от Экспертного комитета:

Х. Гутброд и Х. Шмидт, Ну Сюй, И. Церруя (по Skype)

#### Программа

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. Обсуждение обновленных материалов, подготовленных командой MPD | В.И. Колесников |
| 2. Моделирование электромагнитного калориметра                    | И.А. Тяпкин     |
| 3. Дискуссия  |                 |

В.И. Колесников представил новую информацию, полученную после видеоконференции от 24 мая 2013 года:

– эффективность реконструкции треков: определение и зависимость от псевдобыстроты. Были представлены новые вычисления акцептанса и эффективности регистрации протонов. Например: эффективность трекинга в MPD близка к 100% для  $|\eta| < 1.8$  и  $p_t > 0.15$  ГэВ/с;

– информация по электронам отсутствовала на ранних рисунках. Теперь они хорошо видны, поскольку электроны от распадов частиц и рожденные в первичном взаимодействии включены в симуляцию;

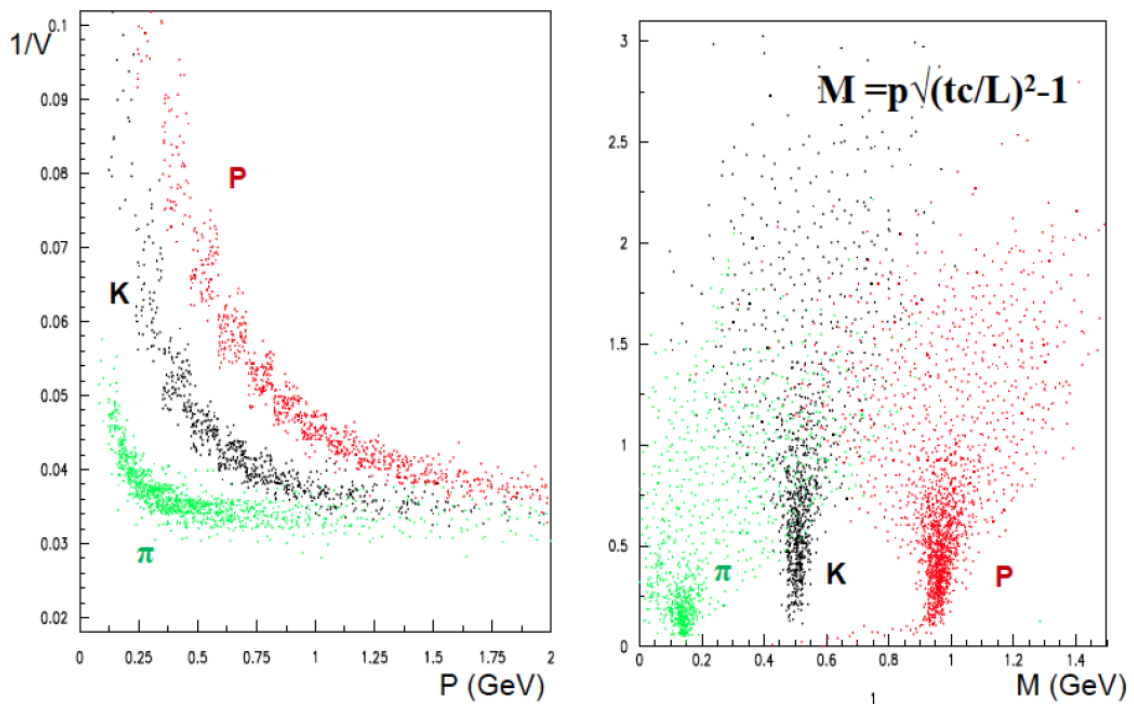
– для реконструкции треков заряженных частиц низких энергий со спиральной траекторией в TPC необходимы дополнительные подходы. Команда планирует внести изменения в соответствующие алгоритмы с тем, чтобы идентифицировать такие треки и избежать их повторного учета;

– для получения лучшего соотношения сигнала к фону в измерении ди-лептонов было предложено использовать более мелкий шаг в построении спектров масс. Однако показанные результаты все еще не точны, и Экспертный комитет просит перейти к более адекватному мелкому биннингу;

– было дано качественное объяснение разному выходу частиц в генераторах событий, что может подходить для целей моделирования детектора, но не для сравнения данных MPD и теоретических моделей. Было бы интересно увидеть, насколько хорошо эти генераторы воспроизводят существующие данные AGS и результаты STAR при низких энергиях.

И.А. Тяпкин дал подробные ответы на вопросы, возникшие по поводу ECAL. Он показал весьма впечатляющие графики для регистрации одиночного фотона, которые требуют дополнительного времени для полного понимания. Анализ отношения  $\gamma/\pi^0$  необходим для изучения одиночных фотонов, так же как и анализ  $\gamma$ - $\gamma$  корреляций при малых  $\Delta\eta$ .

Он представил очень важный рисунок, показывающий возможность идентификации частиц в TPC с помощью измеренного в ECAL времени пролета. Не ясно, включено ли магнитное поле. Разрешение по величине измеренного в калориметре времени пролета:  $\sigma_t = 80 \text{ psec} / \sqrt{E(\text{GeV})}$ .



Было убедительно показано преимущество ECAL в разделении электронов и пионов. С помощью ECAL достигнуто 14-кратное улучшение в  $e/\pi$ . Дальнейшее 3-кратное улучшение возможно при разделении калориметра на pre-shower и основной ливневый детектор, однако за счет значительного роста стоимости системы считывания.

Экспертный комитет просит провести моделирование  $e/\pi$  разделения для трех вариантов компоновки, используя только (i) TPC, TOF и pre-shower, (ii) TPC, TOF и ECAL, и (iii) TPC, TOF, pre-shower и ECAL. Также возникает вопрос о необходимости временных сигналов от TOF и pre-shower, и, в конечном счете, о возможности экономии просто за счет лучшего разрешения в TOF.

Другой вопрос: насколько полно в ди-лептонном анализе использована информация о времени пролета и энергии частиц из ECAL.

Наконец, по вопросу о считывании данных TPC и толстых задних пластинах TPC: Экспертный комитет понимает реалистичный и прагматический подход руководителей MPD, рекомендуя при этом поддерживать тесный контакт с исследованиями по улучшению системы считывания TPC детектора ALICE. Эти разработки ведутся большой группой экспертов, и ОИЯИ может только выиграть от столь мощной поддержки. Если в этих работах, вовремя для проекта MPD, возникнет успех в выигрыше в толщине материала, затратах ресурсов или времени, ПКК рекомендует использовать разработки ALICE.

Экспертный комитет по детектору MPD повторно просит представить в короткий срок информацию о достижениях в развитии передних детекторов, размещенных во внутреннем конусе TPC, т.е. внутри объема, ограниченного вакуумной трубой ускорителя и внутренней трубой TPC. Это бы существенно увеличило чувствительный объем установки и помогло в изучении физики в передней области быстрот ( $|\eta| > 2.1$ ).

По общему календарному плану MPD, Экспертный комитет озабочен задержкой с началом строительных работ по зданию NICA, а также в проектировании и размещении заказа на изготовление магнита. Комитет просит руководство сделать все необходимое, чтобы каким-то образом наверстать утраченное время.

В заключение, Экспертный комитет выражает команде MPD признательность за проделанную работу и ожидает более интенсивного взаимодействия ее с теоретиками для выработки наиболее значимых сигналов для физической программы MPD. Будет полезной дальнейшая работа по выбору конкретных предложений из «белой книги» NICA.