

РЕШЕНИЕ
Научного совета РАН по проблеме
“Физика нейтрино и нейтринная астрофизика”
29 июня 2012 г.

Повестка дня совета:

1. О модернизации Байкальского глубоководного нейтринного телескопа (доктор физ.-мат. наук Жан-Арыс Магисович Джилкибаев) и о создании Баксанского детектора геонейтрино (член-корреспондент РАН Владимир Николаевич Гаврин).
2. О предложениях по проектам, рекомендуемым к включению в программу “Физика нейтрино и нейтринная астрофизика” (член-корреспондент РАН Григорий Владимирович Домогацкий).

РЕШЕНИЯ СОВЕТА

В первую очередь Совет считает необходимым подчеркнуть исключительную важность современных исследований по физике нейтрино и астрофизике элементарных частиц. Ключевые задачи здесь – такие, например, как барионная асимметрия мира, свойства нейтрино и природа темной материи – имеют самую высокую научную значимость и фундаментальность. Они лежат на магистральном пути развития всей современной физики элементарных частиц и её астрофизических аспектов. По-существу, по степени фундаментальности в современной физической науке, эти исследования – среди бесспорных лидеров.

Представляется абсолютно необходимым обеспечить адекватное финансирование дальнейших российских исследований в области физики нейтрино и астрофизики, отставание в этой области будет иметь весьма далеко идущие последствия для России.

В целом, по пункту 1 повестки дня Совет отмечает исключительную важность для будущего России организации и проведения именно на территории России экспериментов фундаментальной значимости, способных своей актуальностью и перспективностью привлечь к участию в них мирового научного сообщества, способствовать развитию уникальных национальных научных школ.

Совет отмечает, что логика развития мировой науки требует не только сохранения, но и безусловного обеспечения дальнейшего развития уникальных экспериментальных комплексов БАЙКАЛ и БАКСАН, расположенных на территории России. Их международное значение уже давно не требует дополнительного обоснования. Успешная работа этих комплексов крайне важна для формирования позитивного имиджа страны.

По вопросу модернизации эксперимента БАЙКАЛ.

Совет с удовлетворением заслушал выступление доктора физ.-мат. наук Ж.-А.М. Джилкибаева по поводу состояния дел и планов дальнейшего развития нейтринных экспериментов на озере Байкал (ИЯИ РАН, ОИЯИ, ИГУ, МГУ, ННГТУ, СПбМГТУ, DESY-Zeuthen). **По этому вопросу выступили:** канд.физ.-мат.наук Д.С.Горбунов, доктор физ.-мат.наук М.Д.Скорохватов, академик С.С.Герштейн, академик В.А.Матвеев, доктор физ.-мат.наук Л.Б.Безруков, доктор физ.-мат.наук А.А.Петрухин, член-корр. РАН Г.В.Домогацкий, доктор физ.-мат.наук Ю.Г.Куденко, член-корр.РАН О.Г.Ряжская, канд.физ.-мат.наук В.М.Айнутдинов и др.

Основными направлениями исследований с использованием глубоководных нейтринных телескопов являются поиск локальных источников нейтрино и диффузного нейтринного потока галактического и метagalактического происхождения, регистрация нейтрино от взрывов сверхновых звезд и других транзиентных процессов, поиск экзотических частиц и частиц темной материи, а также широкий круг исследований по океанологии, лимнологии и гляциологии.

Байкальский нейтринный телескоп — это единственная в своем роде установка, расположенная в южной части озера Байкал ($51^{\circ}50'$ С.Ш. и $104^{\circ}20'$ В.Д.). Детекторы телескопа находятся на расстоянии около 4 км от берега на глубине (1100 – 1200) м.

Успешная долговременная эксплуатация “пилотных” установок НТ200 и НТ200+ доказала эффективность метода детектирования нейтрино и других элементарных частиц в естественной среде. Проведены испытания регистрирующей системы НТ1000-детектора следующего поколения с рабочим объемом масштаба кубический километр. В 2011 году подготовлен научно-технический проект глубоководного нейтринного телескопа на озере Байкал на базе НТ1000-модулей. В ближайшие два года планируется запустить первый полномасштабный кластер, состоящий из 192 фотоприемников большой площади (эффективный объем регистрации на уровне 0.1 км^3), а в течение нескольких следующих лет планируется создание полномасштабного детектора BAIKAL-GVD.

Этот полномасштабный детектор совместно с нейтринным телескопом ICE-cube (расположенным на Южном полюсе) позволит вести наблюдение за всей небесной сферой. Более того, расположенный в Северном полушарии BAIKAL-GVD в отличие от ICE-cube будет иметь возможность наблюдать за наиболее интересным сектором — центром нашей Галактики.

Важность этих работ уже признана международной общественностью — создается «Глобальная нейтринная обсерватория», объединяющая три проекта детекторов масштаба кубического километра: ICE-cube, средиземноморский европейский проект KM3NeT и BAIKAL-GVD. Совместная работа этих трех детекторов повысит чувствительность к потокам нейтрино высоких энергий от удаленных источников, создаст предпосылки для решения одной из центральных задач астрофизики — исследования источников мощного энерговыделения во Вселенной, а также позволит осуществлять когерентный нейтринный мониторинг всей небесной сферы.

Следует также отметить, что Байкальский детектор стал мощнейшим средством экологического мониторинга Южного Байкала, наиболее подверженного антропогенному воздействию.

Таким образом, глубоководная лаборатория БАЙКАЛ с ее комплексом нейтринных детекторов способна успешно решать широкий спектр фундаментальных задач современной физики и астрофизики, она представляет собой уникальное сооружение, которое уже является важным звеном мировой науки.

Имея в виду появления совершенно новых, уникальных данных в указанной области исследований с детектора ICE-cube, Совет **отмечает** исключительную важность и существенно возросшую необходимость скорейшей модернизации Байкальского глубоководного нейтринного телескопа — создания установки BAIKAL-GVD с рабочим объемом до 2 куб.км.

Совет **постановляет**, что выполнение рассмотренного плана модернизации нейтринного телескопа на озере Байкал является одной из главных и наиболее актуальных задач в обсуждаемой области деятельности.

По вопросу создания Баксанского детектора геонейтрино Совет заслушал выступление член-корреспондента РАН В.Н.Гаврина. **В обсуждении приняли участие:** член-корр. РАН О.Г.Ряжская, доктор физ.-мат.наук Ю.Г.Куденко, доктор физ.-мат.наук А.В.Дербин, доктор физ.-мат.наук Л.Б.Безруков, академик С.С.Герштейн, доктор физ.-мат.наук М.Г.Скорохватов, академик В.А.Матвеев и др.

Совет отмечает, что Баксанская нейтринная обсерватория (БНО) ИЯИ РАН – единственная в России подземная низкофоновая лаборатория, предназначенная для проведения многоцелевых прецизионных исследований в области нейтринной физики и астрофизики. В мире насчитывается всего несколько подобных лабораторий, среди которых по глубине подземного расположения БНО занимает лидирующее место (до 5000 м водного эквивалента). Решающее значение условий подземных лабораторий заключается в подавлении фоновых процессов, вызванных космическим излучением.

Совет подчеркивает, что для полномасштабной реализации уникальных возможностей БНО и развития здесь широкой программы фундаментальных и междисциплинарных исследований требуется срочная и радикальная модернизация всего комплекса БНО.

В этой связи Совет считает, что ключевым звеном в процессе обновления экспериментальной базы БНО является новый амбициозный проект создания многоцелевого нейтринного мега-детектора. Актуальной задачей этого детектора Совет считает исследование потоков нейтрино из недр Земли (геонейтрино). Привлекательным фактором здесь является удаленное расположение БНО от АЭС, потоки антинейтрино от которых служат источниками неустранимого фона.

Создание высокочувствительного многоцелевого спектрометра нейтрино позволит нашей стране занять лидирующие позиции в решении ряда ключевых задач современной физики – поиска распада протона и других редких процессов, исследования фундаментальных свойств нейтрино, изучения осцилляций нейтрино в экспериментах с большой пролетной базой, поисков эффекта двойного бета распада и нарушения закона сохранения лептонного числа, поиска всплесков нейтринного излучения от гравитационных коллапсов звезд, мониторинг Солнечной активности и т.п.

ИЯИ РАН и НИЦ КИ начали разработку такого экспериментального комплекса, ядром которого будет крупномасштабный детектор на основе жидкого сцинтиллятора (до 50 кт). Предполагается также создание установок по глубокой очистке жидкостей и газов, электронного измерительного комплекса, других вспомогательных детекторов и служб. При разработке и создании комплекса возможно использование уникального опыта реализации проекта BOREXINO.

Реализация проекта предполагает развитие инфраструктуры БНО, что открывает большие перспективы развития международного сотрудничества, поскольку при огромном росте числа предложений по проведению подземных низкофоновых экспериментов, число адекватных физических лабораторий в мире крайне лимитировано.

Совет **постановляет**, что предложенная программа модернизации комплекса БНО и создание многоцелевого мега-детектора нейтрино на БНО заслуживает безусловной

поддержки, её реализация является задачей первостепенной важности для развития российской программы развития исследований в области физики нейтрино и нейтринной астрофизики.

Совет **подчеркивает** необходимость приступить, не откладывая, к разработке предпроектных предложений. При этом Совет надеется, что РАН и Минобрнауки найдут возможности для финансовой поддержки необходимых исследовательских и проектно-изыскательских работ на ближайшие два-три года. Возможно, что успешной реализации этого проекта могло бы содействовать придание ему общероссийского статуса (а в дальнейшем и международного) путем конструктивного вовлечения в него ведущих научных центров России (институтов НИЦ КИ, ОИЯИ, МГУ и др.).

По пункту 2 повестки дня Совет заслушал выступление член-корреспондента РАН Г.В.Домогацкого. **По этому вопросу выступили:** член-корр. РАН В.Н.Гаврин, канд. физ.-мат.наук Д.С.Горбунов, академик В.А.Рубаков, доктор физ.-мат.наук А.В.Дербин, академик В.А.Матвеев, доктор физ.-мат.наук Л.Б.Безруков, доктор физ.-мат.наук М.Г.Скорохватов, академик С.С.Герштейн, доктор физ.-мат.наук А.И.Студеникин, доктор физ.-мат.наук А.Г.Ольшевский и др.

Совет в первую очередь **отмечает**, что главной задачей прошедшего заседания было обсуждение стратегии будущего развития нейтринной физики и астрофизики элементарных частиц в России (формирование стратегической программы исследований). С этой целью были тщательно рассмотрены наиболее фундаментальные, так сказать системообразующие российские проекты, а также ключевые международные эксперименты, где особенно важно и перспективно участие российских ученых.

На данном заседании Совет не ставил себе задачу рассмотрения всех предложений российских ученых, имеющих в этой области. Тем не менее, Совет с удовлетворением констатирует успешное участие российских ученых в таких международных проектах, как LVD, OPERA, ANTARES, TWIST, EXO и другие.

Совет считает, что новые предложения, безусловно, следует обсуждать, по достижении ими соответствующего уровня проработки, на последующих специальных заседаниях Совета, рассматривая их с точки зрения подготовки и обеспечения участия российских ученых в наиболее фундаментальных (российских и ключевых международных) проектах, в том числе и в рамках данной программы.

О создании новой нейтринной лаборатории на Калининской АЭС.

Совет отмечает, что помимо двух обсуждавшихся мега-проектов БАЙКАЛ и БАКСАН (имеющих статус российских нейтринных лабораторий), следует обратить особое внимание на уникальную возможность реализации в России, нового, современного нейтринного междисциплинарного проекта на Калининской АЭС (КАЭС).

В России имеется богатый опыт создания нейтринных лабораторий вблизи атомных реакторов и проведения исследований на реакторных антинейтрино. В Курчатовском институте в 80-х годах такие лаборатории были построены на Ровенской АЭС и в Красноярске. С основополагающим участием сотрудников этого института проводятся эксперименты на промышленном атомном реакторе в Chooz (эксперимент Double Chooz). Главная особенность экспериментов – интенсивные потоки антинейтрино

($10^{13}/\text{см}^2 \text{ с}$ в месте расположения детектора). Лаборатории такого типа на промышленных атомных реакторах существуют в США, Японии, Китае, Франции, Южной Корее.

Совет подтверждает, что на Калининской АЭС можно проводить фундаментальные исследования мировой значимости. В частности, в эксперименте GEMMA (ОИЯИ-ИТЭФ) получены лучшие в мире ограничения на магнитный момент электронного антинейтрино. Потоки антинейтрино на 3-ем и 4-ом блоках КАЭС действительно рекордные — они на порядок больше, чем в нейтринных лабораториях перечисленных выше стран. Поэтому Совет считает целесообразным создать современную нейтринную лабораторию на КАЭС.

Среди ее фундаментальных задач под общим названием — исследование характеристик нейтрино в реакторных экспериментах — можно выделить поиск магнитного момента нейтрино (электромагнитное взаимодействие нейтрино), прецизионное исследование процессов рассеяния (в том числе и когерентного) нейтрино, исследование нейтринных осцилляций, поиск стерильных нейтрино и процессов с нарушением лептонного заряда и т.п. Для решения этих задач нужна разработка новых методов регистрации нейтрино и создание на их основе новых нейтринных детекторов.

Очевидны также уникальные перспективы прикладных исследований — это исследования внутри-реакторных процессов с помощью антинейтрино для ядерной энергетики (непрерывное измерение мощности реактора и степени выгорания топлива, томография выгорания топлива в реальном времени и т.д.). Это разработка и создание компактных детекторов антинейтрино для дистанционного контроля наработки и несанкционированного отбора плутония в процессе работы реактора в реальном времени для предотвращения распространения ядерного оружия (задачи МАГАТЭ).

Совет констатирует, что в рамках соглашения о сотрудничестве между ОИЯИ, ИТЭФ и КАЭС в настоящее время на КАЭС успешно проводятся фундаментальные исследования в экспериментах GEMMA и DANSS. Однако в дальнейшем необходимо иметь более высокий статус соглашения между ГК Росатом, Академией наук и Министерством образования и науки, к которым, соответственно, относятся КАЭС и исследовательские институты (ИЯИ, ОИЯИ, ИТЭФ, КИ и другие). Поэтому, первоочередной задачей, связанной с созданием специализированной нейтринной лаборатории на КАЭС является заключение межведомственного соглашения, которое обеспечит эти исследования. Руководства КАЭС выразило заинтересованность в таком сотрудничестве.

Совет **считает**, что современная нейтринная лаборатория на КАЭС является тем уникальным шансом, который действительно позволит России быть мировым лидером, как в фундаментальных исследованиях на реакторных антинейтрино, так и в исследованиях прикладного характера для ядерной энергетики и в области безопасности ядерных реакторов.

Привлекательность для международного сообщества этой возможности не вызывает сомнения. Создание нейтринной лаборатории на КАЭС обеспечит необходимую инфраструктуру для проведения исследований заинтересованными институтами России и международными коллаборациями.

Совет обращает особое внимание на перспективность и многоплановость тех возможностей для российской науки, которые открываются в данной области в связи с организацией специальной лаборатории на Калининской атомной станции, и **предлагает** заинтересованным участникам подготовить соглашение о создании такой лаборатории.

О нейтринных исследованиях на исследовательских реакторах.

Совет отмечает, что прецизионное измерение энергетических спектров реакторных антинейтрино является ключевым фактором для контроля атомных реакторов и проведения физических исследований. В этой связи Совет считает важнейшими работы, направлены на «динамическое» высокоточное описание энергетического спектра реакторных антинейтрино с учетом выгорания урана и накопления плутония, накопления и распада продуктов деления, испускания запаздывающих нейтронов, захвата нейтронов ядрами и т.п.

Совет поддерживает проведение новых измерений спектров бета-частиц от облучаемых мишеней основных делящихся изотопов на исследовательских реакторах ИР-8 Курчатовского института и ПИК в ПИЯФ НИЦ КИ, а также уточнение процедуры конверсии электронных спектров в спектры антинейтрино. Эти измерения также важны для решения проблемы «аномалии реакторных антинейтрино».

Совет отмечает, что в России существует уникальная возможность проведения новых экспериментов по поиску осцилляций антинейтрино в стерильные состояния на исследовательских реакторах, обладающих интенсивными потоками реакторных антинейтрино. Таковыми являются действующий реактор СМ-3 в ВНИИАР (Димитровград) и (в ближайшей перспективе) исследовательский реактор ПИК в ПИЯФ НИЦ КИ, где минимальное расстояние до источника антинейтрино, на котором возможно проведение измерений, не превышает 5-6 м. Особенно важным является малый (почти точечный) размер активной зоны этих реакторов (около 0.5 метра), что принципиально именно для поиска осцилляций в новое, стерильное состояние нейтрино, отстоящее от трех известных массовых состояний на величину $\delta m^2 \sim 1 \text{ эВ}^2$ и с эффективным углом смешивания $\sin^2(2\theta) \sim 0.1$. В организациях НИЦ КИ такие эксперименты предложены и прорабатываются с использованием жидко-сцинтилляционных позиционно-чувствительных детекторов для поиска осцилляций реакторных антинейтрино на короткой базе (5-15) метров. Чувствительность экспериментов к параметрам осцилляций нейтрино ожидается в области $\delta m^2 = (0.1 - 6) \text{ эВ}^2$ и $\sin^2(2\theta) > 0.01$.

Совет отмечает, что проведение экспериментов на исследовательских реакторах также имеет значение для создания новых нейтринных источников на основе изотопно-обогащенных материалов, что, в свою очередь, необходимо для проведения новых экспериментов в потоках нейтрино известного спектрального состава.

Совет согласен с тем, что на российских экспериментальных реакторах реакторов ВВР-М (ПИЯФ), ПИК (ПИЯФ) и др. целесообразно проводить поисковые эксперименты, направленные на выход за рамки Стандартной модели, такие, например, как поиски электрического дипольного момента нейтрона и электрона, поиски нарушений CP- и T-инвариантности, эффектов с нарушением лептонного заряда и т.п.

О производстве изотопно-обогащенных материалов.

Совет отмечает, что до сих пор по уровню развития физики и техники производства изотопов, потребность в которых неуклонно возрастает, НИЦ «Курчатовский институт» занимает одно из лидирующих мест в мире. Здесь были развиты центробежные методы изотопного обогащения элементов и впервые получены большие количества изотопов германия, хрома, ксенона. В последние годы разработана методика обогащения образцов

неодима изотопом ^{150}Nd лазерным АВЛИС–методом. Сейчас работы этого направления вышли на стадию создания полупромышленной установки.

Совет подчеркивает, что сохранение и развитие национальной экспериментальной базы производства изотопов, несомненно, будет играть решающую роль в реализации экспериментов по поиску темной материи, поиску и исследованию процессов двойного бета-распада, а также при создании интенсивных источников нейтрино, например для поиска стерильных нейтрино и т.п. Эта деятельность имеет особую международную привлекательность поскольку в настоящее время в мире идет резкий рост исследований с использованием изотопно-обогащенных материалов, а научные программы по физике нейтрино, планирующие использование больших объемов моноизотопных материалов, входят в число приоритетных научных программ Европы, США и Японии.

В качестве примера нового перспективного предложения Совет **отмечает** интересную возможность постановки эксперимента по поиску стерильных нейтрино SAGE-3 (ИЯИ РАН), основанного на использовании искусственного источника нейтрино ^{51}Cr высокой активности 3 МCi. Ожидаемая чувствительность эксперимента к осцилляциям активные→стерильные нейтрино составит $\Delta m^2 \sim 1 \text{ eV}^2$ на длине 0,5 м. Учитывая научную значимость задачи и ее актуальность, Совет надеется на содействие НИЦ КИ в решении задачи изготовления источника в сжатые сроки.

Об участии российских Институтов в ключевых международных экспериментах.

Совет считает безусловно необходимым продолжение и наращивание такого участия особенно в тех ключевых международных нейтринных проектах, в которых уже имеется весомый вклад России, или неучастие в которых лишает Россию доступа к научной-технической информации первостепенной значимости.

Как известно, нейтринные осцилляции (предсказанные в Дубне в 1957 Б.М.Понтекорво и получившие дальнейшее развитие в работах С.П.Михеева и А.Ю.Смирнова) чувствительны только к разности квадратов масс нейтрино. Для определения абсолютных значений нейтринных масс необходимы эксперименты по прямому измерению масс нейтрино. Ученые Курчатовского института и ИЯИ РАН (П.Е.Спивак и В.М.Лобашев) внесли основополагающий вклад в разработку метода и аппаратуры для измерения массы электронного (анти)нейтрино (в бета-распаде трития). Наилучшее ограничение для массы электронного (анти)нейтрино получено из эксперимента, проведенного в Троицке, а методика этого эксперимента масштабируется в международном эксперименте KATRIN, с участием ИЯИ и других Российских институтов. Совет считает, что это участие в эксперименте KATRIN более чем оправдано и необходимо, так как подтверждает российский приоритет в этом принципиально важном измерении.

Совет отмечает, что международный эксперимент BOREXINO, проводящийся с участием российских институтов, после довольно продолжительной и трудоемкой подготовительной фазы, достиг ряда очень хороших результатов. В частности, особенно важны первые прецизионные измерения потоков солнечных нейтрино от ключевых термоядерных реакций и обнаружение геонейтрино. Экспериментальный комплекс BOREXINO, расположенный в международной подземной лаборатории LNGS (Италия), обладает уникальными фоновыми характеристиками, связанными с достижениями коллаборации в очистке материалов от радиоактивных примесей. В задачи нового этапа

многоцелевого эксперимента BOREXINO входят новые измерения с калибровочным источником для поиска возможных осцилляций в стерильные нейтрино, измерение потоков геонейтрино, мониторинг солнечных нейтрино, поиск темной материи (проект DARK SIDE) и другие.

Совет считает, что ввиду уникальности отработанной методики и важности круга задач, входящих в программу BOREXINO, участие российских институтов необходимо, безусловно, продолжить.

Совет отмечает, что в результате успешной работы экспериментов T2K, MINOS и Double Chooz и Daya Bay (с участием российских институтов) в 2011 году значение угла смешивания θ_{13} матрицы Понтекорво-Маки-Накагава-Саката было определено и оказалось достаточно большим, на уровне 0.15 рад. Этот факт позволяет рассчитывать на перспективное продолжение реакторных и ускорительных экспериментов по изучению иерархии масс нейтрино и эффектов нарушения CP четности в лептонном секторе.

Как известно, идея эксперимента, реализованная в Daya Bay, была впервые предложена российскими физиками, Л.А.Микаэляном и его сотрудниками, для Красноярского реактора. Кроме того, физики из ОИЯИ внесли существенный вклад в создание эксперимента Daya Bay и продолжают успешное участие в этом эксперименте на этапе набора и анализа данных. Естественным расширением этого эксперимента является создание ещё одного детектора на расстояниях от реактора в несколько десятков километров, что позволит разделить с помощью экспериментальных данных гипотезы прямой и обратной иерархий масс нейтрино.

Таким образом, Совет считает, что участие российских физиков в проектах Daya Bay и Double Chooz является хорошо обоснованным и полностью оправданным, как с точки зрения важности самого эксперимента, так и с точки зрения имеющихся методических заделов и подготовленных кадров.

Совет отмечает, что относительно большое значение угла θ_{13} позволяет также планировать ускорительные «off-axis» эксперименты на сверхбольших расстояниях, где ожидается, что можно будет измерить эффекты CP нарушения путем сравнения результатов осцилляций мюонных нейтрино и антинейтрино. Скорее всего, мировым флагманским проектом будет Европейский проект LAGUNA, в котором нейтринный пучок, сформированный в ЦЕРН, будет направлен в детектор, расположенный в Финляндии на расстоянии более 2000 км. До запуска этого эксперимента, который ожидается, по-видимому, не раньше 2020 года, аналогичные измерения, но с меньшей чувствительностью, будут проведены в экспериментах T2K и NOVA.

Совет считает, что российские институты должны остаться на магистральном пути развития данного направления. Поэтому следует продолжить свое участие в экспериментах T2K, NOVA, а в дальнейшем – рассмотреть возможность участия в Европейском проекте LAGUNA.

Совет отмечает принципиальную важность вопроса о природе массы нейтрино. Единственным, на сегодняшний день, процессом, где может быть экспериментально доказана Майорановская природа нейтрино является безнейтринный двойной ядерный бета распад.

Совет подчеркивает, что вклад российских институтов в эксперименты по двойному бета распаду трудно переоценить. Во-первых, эти эксперименты используют специальные изотопы, наработка которых, безусловно, связана с уникальными российскими масштабами и новыми технологиями, развивающимися КИ и российской

атомной промышленностью. Во-вторых, российские институты в течение многих лет принимают активное участие в этих экспериментах и накопленный ими опыт будет востребован и в дальнейшем. Это касается и методики полупроводниковых детекторов, где сам $\text{Ge}76$ является и исследуемым образцом и детектором, и методики использования больших внешних универсальных спектрометров с разными изотопами в качестве исследуемых образцов. Международными проектами, с решающим вкладом российских ученых (как интеллектуальным, так и материальным), в которых в ближайшее время будут реализованы два этих метода, являются GERDA/Majorana и Super NEMO.

По этим причинам Совет считает, что участие российских институтов в экспериментах по поиску безнейтринного двойного бета распада, таких, как GERDA/Majorana и Super NEMO, необходимо продолжить и расширить.

Совет отмечает, что помимо физики нейтрино, в данной области важнейшее значение имеют эксперименты по прямому детектированию частиц темной материи (по наблюдению редких актов рассеяния таких частиц на ядрах). Астрофизические данные дают неопровержимые доказательства наличия во Вселенной небарионной темной материи. Понимание ее природы, детектирование и последующее изучение свойств частиц, из которых она состоит, является фундаментальной задачей для современной космологии и физики элементарных частиц.

Для проведения поисковых исследований в этой области представляет интерес участие российских ученых в международных проектах DARK SIDE и EDELWEISS, реализуемых в подземных лабораториях Gran Sasso (Италия) и Modane (Франция).

Проект DARK SIDE строится на базе проекта BOREXINO и все научные группы из российских институтов НИЦ КИ, ПИЯФ, ОИЯИ и НИИЯФ МГУ принимают участие в подготовке первого этапа этого эксперимента. Ожидается, что чувствительность эксперимента по поиску частиц темной материи будет на 2 порядка превосходить другие эксперименты. В проекте будет использован двухфазный эмиссионного детектора на основе жидкого аргона. Такого типа детекторы первоначально были предложены в МИФИ (где были выполнены также и первые методические исследования на реакторах), и в настоящее время эта методика развивается в России на основе кооперации российских институтов РЭД (российский эмиссионный детектор). Одним из вариантов конечной стадии детектора DARK SIDE в дополнение к аргоновому детектору рассматривается детектор на жидком ксеноне РЭД-3000.

Эксперимент EDELWEISS (Великобритания, Германия, Россия, Франция) направлен на прямое детектирование частиц темной материи в лаборатории по наблюдению редких актов рассеяния таких частиц на ядрах германия. Российские институты вносят в этот эксперимент существенный вклад и являются для его проведения ключевыми. Именно с участием России ожидается применение детекторов изготовленных из обогащенного Ge-73 , с использованием технологий, разработанных EDELWEISS для подавления всех компонентов фона. Планируется применение технологии ОИЯИ по созданию детекторов с низким порогом. Естественное продолжение эксперимента EDELWEISS — это участие в общеевропейском проекте EURECA.

Таким образом, Совет считает, что проведение работ в рамках проекта РЭД и участие российских институтов в проектах DARK SIDE и EDELWEISS представляется важным и целесообразным.

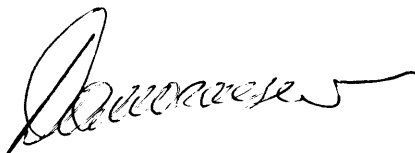
В заключение

Совет отмечает, что данная программа открыта для новых предложений (например, эксперименты на ПИК и/или ускорителе ИФВЭ), включение которых будет осуществляться по мере их подготовки и рассмотрения на последующих заседаниях Совета.

Совет считает, что для успешного выполнения данной программы следует предпринять дополнительные меры по подготовке квалифицированных кадров в ведущих высших учебных заведениях страны.

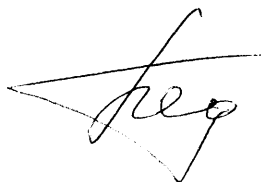
Совет подчеркивает, что Россия всегда играла весьма существенную роль в нейтринных исследованиях. Российским ученым в этой области физики принадлежат многие основополагающие идеи, фундаментальные результаты и уникальные технологии. Созданные на протяжении многих лет научные коллективы имеют высокую квалификацию и пока еще в состоянии продолжить эти работы. Научный и производственный потенциал России также позволяет это сделать. Однако уже вплотную подходит то время, когда промедление в адекватном финансировании этих исследований «будет смерти подобно».

Председатель Научного совета
член-корреспондент РАН



Г.В.Домогацкий

Ученый секретарь
доктор физ.-мат. наук



В.А.Бедняков