I S T C
М Н Т Ц

Международный научно-технический центр

Отчет о результатах
экспертной оценки проектов МНТЦ:

Сенсоры для обнаружения излучения и их применение

Июнь 2012

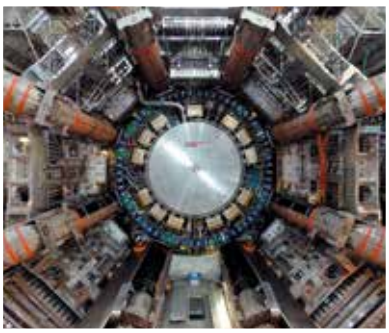
I S T C
М Н Т Ц

Международный научно-технический центр

Отчет о результатах экспертной оценки проектов МНТЦ:

Сенсоры для обнаружения излучения и их применение

Июнь 2012



Содержание

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ 5

ВВЕДЕНИЕ 5

ПОДХОД 6

ЭКСПЕРТНАЯ ГРУППА 6

ПРОЦЕСС ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ 6

СИСТЕМА ОЦЕНКИ 7

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ 7

ЗАКЛЮЧЕНИЯ 13

РЕКОМЕНДАЦИИ 14

ПРИЛОЖЕНИЯ 15

Приложение 1. Схема процесса экспертной оценки проектов 16

Приложение 2. Проекты, выбранные для оценки 17

Приложение 3. Оценочная форма для проведения технической экспертизы проектов МНТЦ 19

Приложение 4. Сводная таблица оценок проектов в разделе «Сенсоры для обнаружения излучения и их применение» 21

Приложение 5. Область, к которой относятся объекты, и ранжирование оценок 22

Краткая информация

После утверждения на 53-м заседании Совета управляющих МНТЦ программы экспертной оценки завершенных проектов Центра в установленных областях, независимой группой международных экспертов была проведена оценка результатов профинансированных проектов МНТЦ в области, связанной с сенсорами для обнаружения излучения и их применением.

Экспертная группа пришла к общему заключению о том, что были разработаны технологии, которые могут использоваться для пресечения незаконного оборота радиоактивных материалов, в том числе для учета и контроля ядерных материалов. Определенные экспертами технологии, обладающие коммерческим потенциалом, могут быть востребованы, к примеру, в деятельности МАГАТЭ, относящейся к сфере ядерных гарантий.

Поскольку сенсорные системы и детекторы зачастую могут найти более широкое применение, существует потенциал для их использования и в других секторах, в частности, для решения проблем биомедицинской направленности и укрепления национальной безопасности.

Профинансированные работы, внесшие вклад в проведение экспериментов на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе, отличались высочайшим качеством и способствовали развитию сотрудничества российских и западных ученых.

Хотя в большинстве случаев была достигнута хорошая отдача от вложенных средств, Экспертная группа отметила, что требуется усовершенствованный и расширенный механизм распространения результатов проектов.

По итогам экспертной оценки проектов МНТЦ опубликовал отчет по секции «Сенсоры излучения и их применение». Текст отчета размещен на веб-сайте МНТЦ по адресу www.istc.ru. Также публикацию можно заказать посредством электронного запроса на имя Елены Зайцевой: zaitseva@istc.ru

Введение

МНТЦ, как международная организация, приступил к своей работе в 1994 г. Спустя более 17 лет после того, как Центр открыл свои двери, Совет управляющих МНТЦ (СУ53) утвердил программу по проведению экспертной оценки результатов завершенных проектов Центра по ряду научных направлений. МНТЦ, межправительственная организация, объединяет 39 государств и осуществляет деятельность на основе совместных научных исследований в рамках режима нераспространения. Данная организация строит свою деятельность на основании Соглашения об учреждении МНТЦ 1992 г. и последующих решений Совета управляющих МНТЦ, включая руководящие указания по их исполнению.

За многие годы своей работы МНТЦ была оказана поддержка более 2715 проектам гражданской направленности, в которых приняли участие более 90000 ученых, инженерно-технических и иных специалистов. Результатами проектов стали более 300 патентов, а также многочисленные публикации в престижных международных изданиях. Финансирующими сторонами в поддержку проектов МНТЦ предоставлено свыше 850 млн. долл. США. Ещё 170 млн. долл. США вложены в дополнительные программы. Значительные ресурсы в форме натурального вклада также предоставлены научно-исследовательскими институтами и лабораториями – участниками проектов МНТЦ. Тысячи коллаборатоpов из разных стран мира сыграли важную роль в реализации проектов МНТЦ, приняли участие в семинарах и конференциях, проведенных Центром.

По решению Совета управляющих, рассмотрению экспертами подлежат следующие тематики, но не ограничиваются лишь ими: ядерные гарантии (безопасность, защита и связанные с этим проблемы); сенсоры для обнаружения излучения и их применение; технологии в поддержку исследований в нефтегазовой отрасли; исследования в поддержку удовлетворения потребностей энергетики (возобновляемые источники энергии, накопление и передача энергии) и области применения в биомедицине (результатов исследований в ядерной области).

Было создано руководство по реализации программы, в котором изложены процедуры и подход к проведению экспертной оценки результатов работ, выполненных МНТЦ (см. Приложение 1).

В настоящем докладе отражены результаты экспертной оценки проектов МНТЦ в области «Сенсоры для обнаружения излучения и связанные с ними вопросы».

Подход

ЭКСПЕРТНАЯ ГРУППА

Группа экспертов была учреждена для оценки результатов завершенных проектов МНТЦ, относящихся к направлению «Сенсоры для обнаружения излучения и их применение». Каждый из экспертов и председатель были выбраны Секретариатом в тесных консультациях с финансирующими сторонами/партнерами. Данная группа экспертов работала под председательством Проф. Генри Х. Мантша, Главного научного советника, Программа глобального партнерства Министерства иностранных дел и международной торговли Канады, члена НКК от Канады, при поддержке д-ра Игоря Захарченко, Главного Координатора Офиса ИД, представляющего Секретариат МНТЦ.

Ниже перечислены другие участники экспертной группы:
Д-р Марко ДиКапуа, Главный научный советник, Национальное управление по ядерной безопасности США, Научные исследования и разработки по Программам ядерного нераспространения в оборонной сфере

Д-р Питер Е. Ваниер, Консультант по техническим вопросам, Национальное управление по ядерной безопасности США, Офис программ ядерного нераспространения в оборонной сфере, НИР в области нераспространения и верификации, Программа по современным материалам

Д-р Николай Павлович Волошин, Профессор, д-р технических наук, Помощник Директора, Российский федеральный ядерный центр - ВНИИТФ, Снежинск, Россия

Д-р Игорь Александрович Иванин, Руководитель Отдела, ВНИИЭФ, Саров

Д-р Николай Артемьевич Русакович, Заместитель Директора, Главный научный секретарь, ОИЯИ, Дубна, Россия

Проф. Д-р Питер Сенджер, Руководитель направления, GSI Helmholtzzentrum fur Schwerionenforschung GmbH, Дармштадт, Германия.

Заседание экспертной группы 28-29 февраля 2012 года.

ПРОЦЕСС ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

Процесс экспертной оценки включал следующие этапы:
1) Определение научных областей для экспертной оценки
2) Отбор проектов по каждой установленной научной области
3) Подготовка проекта отчета по итогам экспертной оценки
4) Обсуждение отчета Группой экспертов
5) Утверждение отчета Советом управляющих МНТЦ
6) Публикация и распространение отчета.

Для указанного научного направления были отобраны только профинансированные проекты, выполнение которых началось после 1 января 2001 года и которые к настоящему времени технически завершены.

В Приложении 2 представлен перечень проектов, прошедших экспертную оценку в рамках данного направления. В нем содержится самая важная информация по проектам (т.е. номер проекта, название, головной институт, полученный объем финансирования и период выполнения работ).

Было определено, что по 20 из 35 проектов будут сделаны устные презентации, однако фактически такие презентации для Группы экспертов были сделаны только по 7 из отобранных проектов, а от заслушивания остальных презентаций пришлось отказаться из-за отсутствия руководителей проектов. Группа экспертов с сожалением констатирует данный факт.

В то же время, Группа экспертов хотела бы выразить благодарность тем, кто приехал на заседание и сделал презентации:
- Г-н Р.М.Фахрутдинов, Проект 1639 «Система трековых детекторов для "Atlas", Институт физики высоких энергий, г. Протвино;
- Г-н И.И.Андреев, Проект 1559 «Аэрокомплекс для радиационного мониторинга», ВНИИЭФ, г. Саров;
- Г-н А.Е.Шевелев, Проект 3785 «Быстрая гамма-спектрометрия», Физико-технический институт, Санкт-Петербург;
- Г-н Е.И.Тарковский, Проект 3090 «Калориметрические модули для коллайдеров нового поколения», ИТЭФ, Москва;
- Г-н П.В.Ларионов, Проект 1954 «Система идентификации делящихся материалов», Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики;
- Г-н В.Т.Самосадный, Проект 1644 «Идентификация ядерных материалов», МИФИ, Москва;
- Г-н В.Л.Ромоданов, Проект 2978 «Цифровая технология обнаружения делящихся материалов», МИФИ, Москва.

Докладчики сделали прекрасный обзор результатов научных исследований и представили исчерпывающие ответы на вопросы, заданные членами Экспертной группы.

СИСТЕМА ОЦЕНКИ

Для проведения независимого рассмотрения проектов, отобранных в соответствии с тематическим направлением, Экспертная группа использовала специальную систему оценки. Данная система основана на системе присвоения оценок, разработанной Научно-консультативным комитетом (НКК) МНТЦ. Основными источниками информации для заполнения оценочных форм (см. Приложение 3) служили итоговый технический отчет, таблица оценки проектов, а также оценки зарубежных коллаборaторов. В устных презентациях прозвучала дополнительная информация, которая была расценена как весьма полезная, однако в заключительной дискуссии по итогам рассмотрения проектов участники Экспертной группы достигли договоренности о том, что они не будут вносить негативный «субъективизм» в отношении тех проектов, по которым имелась только письменная информация.

Все отобранные проекты оценивались на основании следующих критериев:

1) Выполнение основных задач проекта, включая степень выполнения работ по проекту, достижение конечных целей и экономическая эффективность проекта.
2) Вклад в рассматриваемую научную область.
3) Воздействие результатов проекта, т.е. привели ли они к прикладным исследованиям, созданию и коммерциализации новых технологий, рационализации существующих технологий или к оформлению патентов.
4) Распространение результатов проектов, включая публикации в международных и национальных изданиях и презентации на международных конференциях.
5) Сети контактов с участием институтов стран СНГ.
6) Партнерство и сотрудничество с зарубежными организациями.

В рамках каждого критерия каждому из членов Экспертной группы была предоставлена возможность усреднения оценок, выставленных по суб-критериям. Экспертная группа достигла согласия о том, что критерий 3, связанный с воздействием результатов проекта, был особенно важен для проведения данной оценки, которая, несомненно, является более емкой, чем просто финансовый и научный «аудит». В нескольких случаях критерий, связанный с сотрудничеством между институтами государств СНГ, был менее актуальным, поскольку в прошлом образование сетей, включающих организации стран СНГ, страдало от чрезмерного разделения по специализации. С другой стороны, в ядерном секторе проекты осуществлялись на очень крупных научных объектах, таких как Саров, где существует широкий диапазон компетенций – от чисто научных до изготовления компонентов, что говорит о ненужности создания сетей. Данный аспект учитывался при выставлении оценки по критерию 5.

При выставлении своих оценок члены Экспертной группы учитывали роль временного фактора, принимая во внимание длительный интервал времени между началом тех работ, которые осуществлялись в рамках самых ранних проектов, и сроками завершения последних проектов. Это имеет двоякие последствия. Во-первых, наука, использованная в некоторых из «ранних» проектов, к настоящему времени может уже устареть или, как минимум, стать «рутинной», хотя она была «передовой» на момент выполнения проектов. Во-вторых, для проектов, профинансированных в рамках МНТЦ, произошел постепенный «сдвиг» от надлежащих научных исследований к применению научных результатов. Эта динамика учитывалась при присвоении оценки по критерию 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ

В Приложении 4 в суммарной таблице представлены оценки, поставленные каждым из 7 участников Экспертной группы, а также суммарная оценка, присужденная каждому из 35 рассмотренных проектов на основе консенсуса, достигнутого Экспертной группой. Данная таблица отражает высокую «сходимость» оценок отдельных участников Экспертной группы, несмотря на их специализацию в различных научных дисциплинах. Прошедшие оценку проекты могут быть разделены на три группы (см. Приложение 5):

1) Детекторы в физике высоких энергий
2) Разработка новых сенсорных систем
3) Детекторные системы.

Проект 822: Многоканальная система для клинической дозиметрии

В рамках данного проекта была разработана концепция аппаратного обеспечения для измерения излучения. Поскольку была разработана только система для клинической дозиметрии, проект получил низкую оценку.

Проект 1246: Неразрушающий контроль глубины выгорания

В данном проекте разработаны составные части метода измерения глубины выгорания отработавшего топлива реакторов типа РБМК. Хотя проект важен, учитывая огромные запасы топлива, накопленного в РБМК-реакторах, в итоговых результатах не было четко указано, проводилось ли сравнение между результатами спектрометрии и разрушающего анализа топлива, который выявляет фактическую глубину выгорания. В связи с этим проект получил низкую оценку.

Проект 1559: Аэрокомплекс для радиационного мониторинга

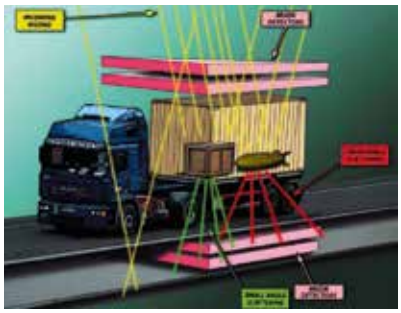
Данный проект представляет интерес с точки зрения его потенциального применения в системе инспекции на местах незаявленных ядерных объектов и испытаний, а также при обследовании мест радиационных аварий.

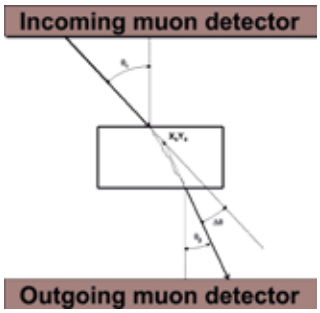
 # 1559: Один из вариантов компоновки многодетекторного спектрометрического модуля.

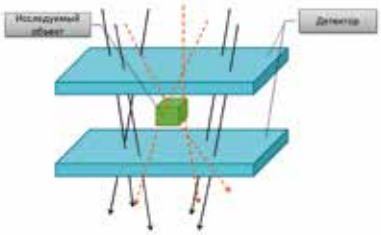
 # 1559: Настройка аппаратуры перед проведением измерений.

Проект 1639: Трековая система для ATLAS

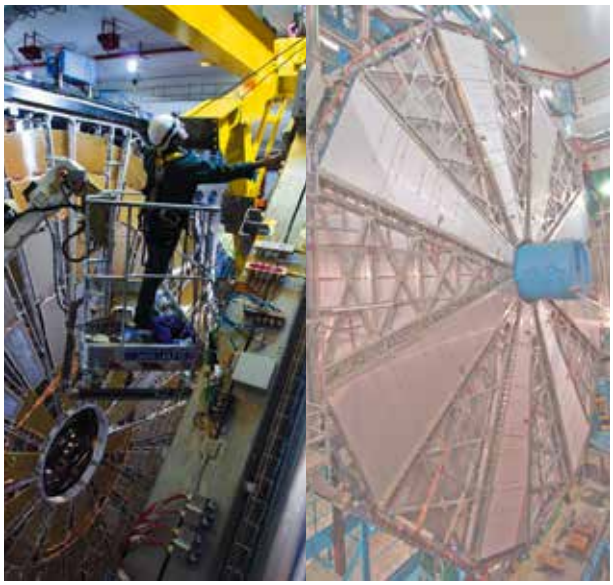
Разработка и строительство значительной части трековых мюонных камер для эксперимента ATLAS представляло сложную, с технической и управленческой точки зрения, проблему для институтов-участников – ИФВЭ (г. Протвино), ОИЯИ (г. Дубна) и ВНИИТФ (г. Снежинск). ИФВЭ изготовил 254 камеры большой площади (от 3 до 7 м^2), включающих 76000 высокопрецизионных труб детекторов. В ОИЯИ было сконструировано 36000 дрейфовых трубок. Во ВНИИТФ были спроектированы и изготовлены опорные структуры для детекторов. Все компоненты были смонтированы в эксперименте ATLAS, и их функциональные характеристики соответствовали ожидаемым показателям. Технология применялась при проектировании сканирующих систем большой площади, предназначенных для контейнеров. Проект был очень успешным.





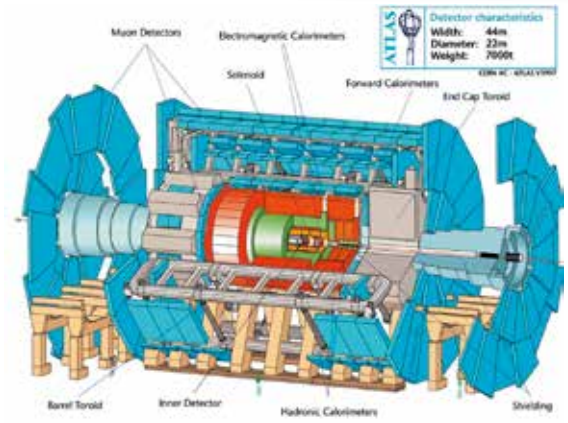


 # 1639: Применение дрейфовой камеры для томографии с помощью космических мюонов. Использование многократного кулоновского рассеяния мюонов космических лучей является привлекательным способом для обнаружения скрытых материалов.



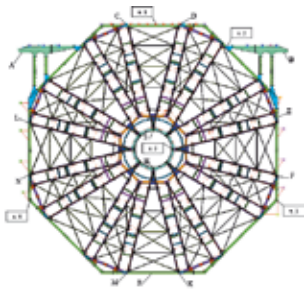
 # 1639: ATLAS сборка мюонных камер.

 # 1639: Автоматические камеры склеивающей машины. Склеенная камера на гранитном столе.



 # 1639: Детектор ATLAS (LHC, CERN, Switzerland), ИФВЭ (Протвино): 254 MDT камер (76,000 дрейфовых трубок), ОИЯИ (Дубна): 96 MDT камер (36,000 дрейфовых трубок), ВНИИТФ (Снежинск): Концептуальное проектирование больших фреймов.

 # 1639: Общий вид Большого колеса спроектированного РЯЦ-ВНИИТФ.



 # 1639: Модель конечных элементов колеса MDT (РЯЦ-ВНИИТФ)

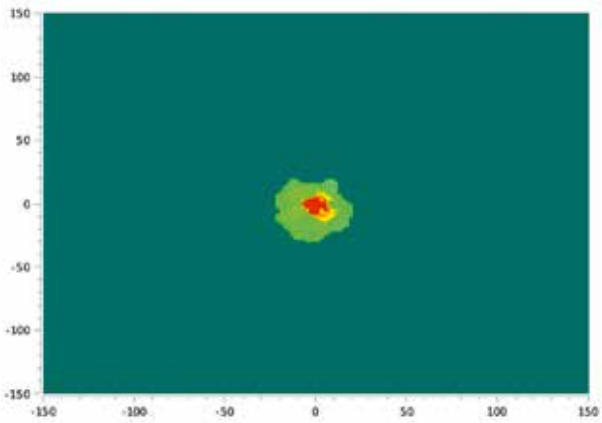


Фото контейнера с обедненным ураном и его томографическое изображение, полученное за одну минуту.

Проект 1644: Идентификации ядерных материалов

Основная ценность данного проекта определяется детальной проработкой областей применения для пресечения незаконного оборота радиоактивных материалов.

Проект 1800: Торцевые части детектора для эксперимента ATLAS

Изготовление, сборка и испытание торцевых частей детектора переходного излучения (TRT) для эксперимента ATLAS проводились консорциумом в составе МИФИ, ПИЯФ, ОИЯИ и компания «Машиностроитель» (г. Пермь). Вся связанная с TRT технология для эксперимента ATLAS, включая соломенные трубки, электронные устройства для считывания данных, механические опорные структуры, а также систему подачи и очистки газа, была разработана российскими институтами. Кроме того, были выполнены все необходимые расчеты, моделирование и заключительные испытания. TRT является важнейшей составляющей эксперимента ATLAS в ЦЕРНе, которая успешно обеспечила получение данных. Заявленные в проекте цели были выполнены.

Проект 1834: Портальные детекторы контроля за радиоактивными материалами

Цель данного проекта состояла в разработке нового фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), имеющего значительно вытянутую геометрическую форму и подходящего для соединения с сцинтилляторами большой площади, которые используются в портальных мониторах, обнаруживающих прохождение радиоактивных материалов. Было показано, что новый прибор обладает преимуществом перед традиционными ФЭУ. У него имеется более высокая чувствительность в области низких энергий гамма-спектра за счет улучшенного использования светового потока.

Результаты проведенных в его рамках научных исследований могут быть востребованы для дальнейшей доработки и модернизации детекторов радиоактивных материалов.

Проект 1933: Дистанционное определение загрязнения альфа-радиоактивными веществами

Прототип прибора, разработанный в данном проекте, может послужить основой для совершенствования коммерческих детекторов для измерения альфа-загрязнения поверхностей. По утверждению его авторов, детектор также может быть доработан для обнаружения загрязнения в жидких средах.

Проект 1954: Система идентификации делящихся материалов

В данном проекте разработан специализированный прибор для инвентаризации запасов ядерных материалов. Он представляет собой сочетание штрих-кодовой системы с визуализацией результатов на наружной стороне контейнера и гамма-спектроскопии для подтверждения наличия материала внутри контейнера.

Разработанная в этом проекте технология обладает потенциалом для дальнейшего совершенствования и практического применения. Экспериментальные работы по идентификации плутония, а также данная технология и используемое оборудование могли бы быть рекомендованы для внедрения в деятельность МАГАТЭ по учету и контролю ядерных материалов.

 # 1954: Российская система быстрой инвентаризации (RICS).

 # 1954: Новый анализатор VESTA-K.

Проект 1956: База данных по фрагментации ядер кремния

Данный проект служит прекрасным примером небольшого, эффективного и тщательно проведенного эксперимента в области ядерной физики. Его результаты нашли применение в таких важных областях, как использование микроэлектронных устройств во время космических полетов. Система измерений и документирования перекрестных сечений фрагментации ядер кремния, бомбардируемых протонами и дейтронами, лежит в основе базы данных так называемых «одиночных сбоев», которые ограничивают функциональность высоко интегрированных электронных устройств как в лабораторных экспериментах, так и на борту космических спутников. Кроме того, в рамках проекта было разработано теоретическое описание, базирующееся на моделях переноса, созданных по методу Монте Карло. Они обеспечивают воспроизведение данных и, следовательно, обладают прогнозирующей способностью для экстраполяции результатов на неизмеренные энергетические домены. Проект МНТЦ 1956 был очень успешным.

Проект 1999: Внутренняя трековая система и детектор множественности для эксперимента ALICE

Проект был «сфокусирован» на разработке, производстве и испытании легковесных пространственных конструкций из углеволокна для внутренней трековой системы (ITS) в эксперименте ALICE, полномасштабной модели для лестничных схем, включающих кремниевые датчики, а также полномасштабной модели детектора с жидкостным и воздушным охлаждением. Кроме того, был изготовлен прототип детектора множественности (FMD). Проект оказал существенное влияние на разработку и сооружение системы ALICE, несмотря на весьма ограниченный объем имевшегося бюджета. Деятельность в рамках данного проекта позволила разработать концепцию современной трековой системы детектора, исключающей многократное рассеяние.

Проект 2134: Расчеты температурных режимов экспериментальной установки ATLAS

Задачи проекта, в основном, были выполнены. Результаты завершенных расчетов имели важнейшее значение для достижения успеха в работе с детектором ATLAS; использованные в проекте расчетные методики применимы для будущих экспериментов на установке ATLAS.

Проект 2283: Алмазные спектрометры и дозиметры

Объем работ данного проекта заключался в том, чтобы продемонстрировать значительный потенциал для разработки и практического использования алмазных спектрометров и дозиметров.

Проект 2353: Разработка интеллектуальных датчиков для автоматического мониторинга аварийной и экологической обстановки

Ученые эффективно выполнили работы по интегрированию современной технологии в удаленные датчики для проведения экологических исследований с использованием газокорреляционного инфракрасного радиометра.

Проект 2500: Калибровка аппаратуры Космического солнечного патруля

Цель данного проекта состояла в том, чтобы интегрировать результаты трех предыдущих проектов МНТЦ (385, 385-2, 1523), каждый из которых получил высокую международную оценку. Оборудование, созданное в рамках проекта, может быть положено в основу метода разработки метрологического комплекса для широкого применения в различных областях.

Проект 2503: Разработка и исследование эффективных полупроводниковых газовых сенсоров и детекторов ионизирующих излучений для мониторинга окружающей среды

Твердотельные газовые сенсоры и детекторы ионизирующих излучений уже стали предметом хрестоматийной науки, когда был инициирован данный проект. В результате проведенного в этом проекте анализа не была подтверждена оригинальность научных исследований и разработок. Однако проект был полезен для создания потенциала в целом ряде российских организаций.

Проект 2637: Обнаружение ядерных материалов фотонейтронным методом

Это было очень тщательное и детальное исследование различных методик активных запросов, которые могут быть полезны при сканировании грузов на предмет скрытых ядерных материалов. Эта группа исследователей могла бы оказать содействие в создании практических методов сканирования грузов в морских портах.

Была проведена апробация фотонейтронного метода в лабораторных условиях для обнаружения радиоактивных материалов, и разработаны различные варианты его оптимизации. Была создана концепция устройства обнаружения ядерных материалов для систем физзащиты на ядерных объектах и пунктах таможенного контроля.

Проект 2719: Адронный калориметр LHCb

Цель данного проекта состояла в изготовлении 86000 пластин и 50 стальных модулей для адронного калориметра. Были разработаны и изготовлены более 200 интегрированных электронных модулей и устройств управления для калибровки. Этот проект МНТЦ внес важный вклад в эксперимент LHCb, проведенный в ЦЕРНе.

Проект 2732: Поиск источника нейтронного излучения в городских условиях

Данный проект был направлен на поиск интеграционной системы, объединяющей нейтронные детекторы и глобальную систему позиционирования, применимой для поиска радиоактивного источника излучения нейтронов (например, плутония). Система была закреплена ремнями на теле человека и успешно использована для регистрации на карте местоположения перемещаемого детектора, а также интенсивности его сигнала. Наука не была новой, однако инженерно-техническая часть актуальна для режима нераспространения. Устройство может представлять интерес для МАГАТЭ.

Проект 2728: Разработка детекторов радиации на основе кристаллов T1Br

Изучение материалов на основе бромида таллия с полупроводниковыми свойствами для использования в гамма-спектрометрах является актуальной областью научных исследований во всем мире. Проект включал синтез материалов, выращивание кристаллов и подробную характеристику электрических свойств, а также изготовление прототипа детектора. К сожалению, было обнаружено, что данный материал подвержен подвижным дефектам, которые со временем вызывают изменение свойств под действием электрического поля. Работы могли бы быть продолжены для поиска улучшенных методов очистки, допирующих добавок и подготовки контактов, которые смогут снизить электромиграцию и поляризацию.

Проект 2880: Стартовый детектор для эксперимента ALICE

Цель проекта состояла в проектировании и сооружении стартового детектора для времяпролетной системы эксперимента ALICE на Большом адроном коллайдере (БАК). Детектор базируется на двух круговых антенных решетках кварцевых черенковских счетчиков, окружающих электронно-лучевую трубку и обеспечивающих измерение продуктов деления. Световой луч считывают российские фотоэлектронные умножители, которые могут работать в магнитных полях до 0,5 тесла. Проект включал разработку детектора на основе детального моделирования по методу Монте Карло, а также создание систем управления и считывания данных. Стартовый детектор показал очень успешные результаты работы в экспериментальных условиях и сыграл важную роль в проведении анализа данных в ЦЕРНе.

Проект 2978: Цифровая технология обнаружения делящихся материалов

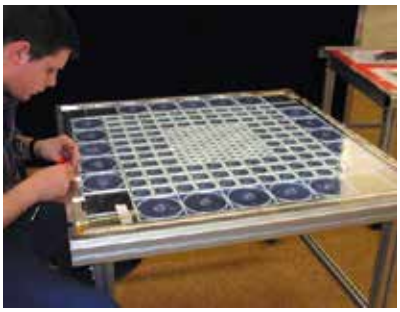
Был разработан подход, заключающийся в совмещении физических методов обнаружения РВ и ДМ с цифровыми способами обработки данных от детекторов в реальном масштабе времени.

Проект 3024: Полупроводниковые координатно-чувствительный детекторы

Предложенные двумерные матрицы пиксельных детекторов использовались при регистрации α-частиц и электронов в космических экспериментах. Возможно применение матриц в приборах таможенного контроля и медицинской томографии. Исследователи предприняли «героические» усилия по проектированию полупроводниковых детекторов и их применению в старом, изношенном оборудовании. Наличие последующих проектов выглядит маловероятным, учитывая отсутствие развитой отрасли полупроводниковых приборов в России.

Проект 3090: Модули калориметра для коллайдеров нового поколения

Был построен прототип модуля калориметра, состоящий из 38 детектирующих плат сцинтилляционных тайлов, разделенных поглотителем толщиной 22 мм, который был выполнен из нержавеющей стали. Было изготовлено и апробировано свыше 10000 фотоумножителей. Проведены работы по сооружению и пуско-наладке адронного калориметра, который затем в течение нескольких лет эксплуатировался в ЦЕРНе. Данный проект оказал значительное воздействие на выполняемые в ЦЕРНе работы и послужил основой для дальнейших НИР в области адронной калориметрии.



 # 3090: Изготовление прототипа калориметрического модуля.

#3090: Прототип калориметра.

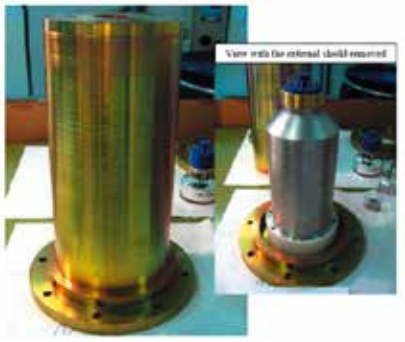
Проект 3667: Детектор ядерных материалов

Объем информации, предоставленной по данному проекту, был недостаточен для выполнения экспертной оценки.

Проект 3785: Быстрая гамма-спектрометрия

Методика и аппаратура, разработанная для спектрометрии высокоэнергетичного гамма-излучения от ядерных реакций в плазме, была успешно апробирована на токомаке JET.

Проект обладает существенным потенциалом, но требует дальнейшего совершенствования.



 # 3785: Детектор поставляется с защитой из железа от магнитных полей и LED системы иллюминации кристаллов для PMT мониторинга.

Проект A-1165 Сцинтилляционные кристаллы LuAP для позитронно-эмиссионной томографии нового поколения

Это был весьма амбициозный проект с высокой вероятностью успеха, но зависел от навыков выращивания кристаллов. К сожалению, качество ингредиентов дискредитировало качество кристаллических детекторов. Исследователи продемонстрировали хорошую организованность в публикации полученных ими результатов.

Проект G-646: Селективные детекторы ядерного излучения

Положительные результаты были получены в регистрации быстрых нейтронов на фоне мешающего гамма-излучения. Однако селективной регистрации γ-потоков на фоне нейтронного излучения не было достигнуто в полной мере.

Проект G-1160: Нанокристаллические сцинтилляторы

В рамках проекта были проведены интенсивные НИР по изготовлению нано-порошков на основе оксидов таких веществ, как силикаты лютеция, титанаты и алюминаты, которые были отверждены посредством плазменного спекания и горячего прессования для получения сцинтиллирующих материалов. Были собраны и опубликованы исчерпывающие данные по рентгеновской кристаллографии, а также некоторые данные по спектрам поглощения и испускания. Указанные материалы могут найти применение для получения изображений в медицине, к примеру, в ПЭТ-детекторах. Однако не представляется очевидным, что работа доведена до стадии производства высококачественных сцинтилляторов, предназначенных для счета рентгеновского или гамма-излучения с приемлемым разрешением по энергии. Хотя ожидается, что стоимость производства материалов путем спекания будет ниже, чем изготовление единичных кристаллов, по своим показателям эффективности эти сцинтилляторы пока не могут составить конкуренцию устройствам, производимым в промышленном масштабе.

Проект T-1157: Моделирование преобразователя нейтронов на основе гадолиния

В проекте проводилось изучение детектора нейтронов, состоящего из тонких пластин фольги на основе гадолиния, расположенных послойно в объеме газа. В пластинах фольги были сделаны 1-мм отверстия с шагом 2-мм. Гамма-лучи, испускаемые в процессе адсорбции Gd-нейтронов, освобождают электроны, и они перемещаются через отверстия в пластинах фольги, которые сами скачкообразно смещаются в сторону высокого напряжения. В проекте были выполнены исчерпывающие расчеты при моделировании поглощения нейтронов, испусканим электронов, лавинообразного усиления и сбора электронов. Также был изготовлен прототип, использованный для выполнения некоторых предварительных измерений. Авторы широко публиковали полученные результаты.

Комментарии по конкретным проектам (для тех, кого интересует детальный анализ проектов)

Проекты 1639, 1800, 1999, 2134, 2719 и 2880, каждый из которых связан с экспериментами ATLAS, ALICE и LHCb на Большом адронном коллайдере, содействовали развитию весьма продуктивного сотрудничества между физиками России и других стран, направленного на разработку и строительство крупнейшего в мире и самого современного ускорителя для проведения экспериментов в области физики высоких энергий. Все проекты были успешно завершены, и полученные в них компоненты детекторных систем соответствовали спецификациям. В заключение, проекты МНТЦ предоставили исключительную возможность российским физикам и инженерам использовать свои уникальные навыки для внесения вклада в проектирование и создание чрезвычайно сложных детекторов. Эти проекты, профинансированные МНТЦ, обеспечили эффективное

интегрирование российских физиков и инженеров в ключевые направления деятельности международного научного сообщества. Благодаря этим работам российские научно-исследовательские институты смогли ознакомиться с мировыми научно-техническими стандартами. Указанные проекты МНТЦ создают прекрасную основу для дальнейшего сотрудничества, и в ряде случаев оно уже начало осуществляться.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

- Главный вывод проведенной экспертной оценки свидетельствует о том, что в рамках проектов, профинансированных в области «Сенсоры для обнаружения излучения» было достигнуто выполнение основных целей МНТЦ. Отмечается хорошая отдача от вложенных средств, надлежащее руководство проектами, а также качественное сотрудничество как на национальном, так и международном уровне. Детальные данные представлены в предыдущем разделе.
- Особое место занимают проекты в области физики высоких энергий: 1639, 1800 и 2719. Члены экспертной группы отметили, что эти проекты внесли существенный вклад в создание мюонных детекторов для системы ATLAS на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе.
- Финансирование, предоставленное МНТЦ для этих работ в области физики высоких энергий, обеспечило для ученых из лабораторий, занимавшихся ядерным оружием в странах бывшего Советского Союза, широкие возможности для сотрудничества с «Большой наукой» международного уровня за пределами их «ограниченного мира» в таком виде и формате, который был бы невообразимым без создания МНТЦ.
- Экспертная группа признает, что будущее научных и технологических работ, профинансированных МНТЦ, зависит от политики и экономики в большей степени, чем от научно-технических аспектов. С этой точки зрения, представляется маловероятным, что большинство НИР, выполненных в данной области, приведут к созданию новых, преуспевающих или даже устойчиво развивающихся «отпочковавшихся» промышленных компаний, которые смогут выжить без государственной поддержки.
- Экспертная оценка выявила, что многим из указанных проектов предстоит пройти долгий путь (как в плане времени, так и финансирования) до того, как станет возможным изготовление продукции и ее выход на рынок с получением прибыли.
- Тем не менее, в некоторых проектах продемонстрировано, что они могут оказаться востребованными в нише уникального оборудования, которое требуется для проведения научных исследований или обеспечения национальной безопасности. Однако они не ведут к получению продукции, подходящей для потребительского рынка.
- Другие проекты могут найти более широкое применение. Так, имеется хороший потенциал для их применения в других секторах, в том числе для направлений биомедицины и укрепления национальной безопасности, если и когда для этого сложится соответствующая рыночная конъюнктура.

РЕКОМЕНДАЦИИ

- При этом Экспертная группа рекомендует, чтобы МНТЦ усовершенствовал компонент «внешние связи», относящийся к профинансированным им работам с тем, чтобы было обеспечено более широкое и улучшенное распространение результатов проектов.
- Экспертная группа признает, что существует несомненная возможность для будущего сотрудничества по фундаментальным научным исследованиям при условии совпадения взаимовыгодных интересов, что приведет к финансированию деятельности на локальном уровне (в отличие от финансирования на основе грантов или контрактов).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Схема процесса экспертной оценки проектов МНТЦ

Приложение 2. Проекты, выбранные для оценки

No	Краткое название	Головной институт	Бюджет	Начало	Окончание	Продолжи-тельность
822	**Многоканальная система для клинической дозиметрии**	НИИИТ (Институт импульсной техники), Москва, Россия	**$271,717**	01.07.01	01.12.04	3
1246	**Неразрушающий контроль глубины выгорания**	Радиевый институт им. В.Г. Хлопина, Санкт-Петербург, Россия	**$360,000**	01.03.01	01.08.03	2
1449	**Безопасная транспортировка избыточного плутония**	ВНИИТФ, Снежинск, Челябинская обл., Россия	**$400,000**	01.01.01	01.06.04	3
1559	**Аэрокомплекс для радиационного мониторинга**	ВНИИЭФ, Саров, Нижегородская обл., Россия	**$225,000**	01.09.01	01.10.04	3
1639	**Трековая система для ATLAS**	Институт физики высоких энергий (ИФВЭ), г. Протвино, Московская обл., Россия	**$1,217,220**	01.06.01	01.06.10	9
1644	**Идентификация ядерных материалов**	МИФИ, Москва, Россия	**$355,000**	01.06.01	01.12.02	2
1800	**Торцевые части детектора для эксперимента ATLAS**	МИФИ, Москва, Россия	**$2,048,000**	01.07.00	01.04.06	6
1834	**Портальные детекторы контроля за радиоактивными материалами**	НИИИТ (Институт импульсной техники), Москва, Россия	**$150,000**	01.05.03	01.11.04	2
1933	**Дистанционное определение загрязнения альфа-радиоактивными веществами**	НИИИТ (Институт импульсной техники), Москва, Россия	**$215,870**	01.09.02	01.09.04	2
1954	**Система идентификации делящихся материалов**	Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики, Москва, Россия	**$220,000**	01.02.02	01.05.04	2
1956	**База данных по фрагментации ядер кремния для микроэлектроники**	Радиевый институт им. В.Г. Хлопина, Санкт-Петербург, Россия	**$234,700**	01.01.03	01.04.06	3
1999	**Внутренняя трековая система и детектор множественности для эксперимента ALICE**	ЦКБМ, Санкт-Петербург, Россия	**$80,325**	01.03.02	01.08.03	1
2134	**Расчеты температурных режимов экспериментальной установки ATLAS**	Государственное унитарное предприятие «СТРЕЛА», Снежинск, Челябинская обл., Россия	**$173,000**	01.05.02	01.05.04	2
2283	**Разработка алмазных спектрометров и дозиметров**	ТРИНИТИ, Троицк, Московская обл., Россия	**$300,000**	01.04.04	01.04.08	4
2353	**Интеллектуальные датчики для мониторинга аварийной и экологической обстановки**	Научно-исследовательский институт микроэлектроники «Прогресс», Москва, Россия	**$298,000**	01.03.03	01.07.06	3
2500	**Калибровка аппаратуры Космического солнечного патруля**	Институт ядерной физики им.Будкера, Академгородок, Новосибирская обл., Россия	**$208,994**	01.08.04	01.08.07	3
2503	**Разработка и исследование эффективных полупроводниковых газовых сенсоров и детекторов ионизирующих излучений для мониторинга окружающей среды**	Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники Российской Академии наук, Фрязино, Московская обл., Россия	**$449,809**	01.03.04	01.03.07	3
2584	**Система оценки реактивности**	ВНИИЭФ, Саров, Нижегородская обл., Россия	**$295,551**	01.01.05	01.06.07	2
2637	**Обнаружение ядерных материалов фотонейтронным методом**	Научный центр «Курчатовский институт», Москва, Россия	**$141,000**	01.12.04	01.12.06	2
2714	**Обнаружение взрывчатых веществ гамма-активационным методом**	ВНИИТФ, Снежинск, Челябинская обл., Россия	**$30,000**	01.09.04	01.09.05	1
2719	**Адронный калориметр LHCb**	Институт физики высоких энергий (ИФВЭ), г. Протвино, Московская обл., Россия	**$240,200**	01.10.03	01.08.08	5
2728	**Разработка детекторов радиации на основе кристаллов T1Br**	Институт физико-технических проблем, Дубна, Московская обл., Россия	**$276,000**	01.12.04	01.06.07	2
2732	**Поиск источника нейтронного излучения в городских условиях**	НИИИТ (Институт импульсной техники), Москва, Россия	**$202,950**	01.12.04	01.12.06	2
2880	**Стартовый детектор для эксперимента ALICE**	Институт ядерных исследований РАН, Москва, Россия	**$289,239**	01.06.05	23.05.07	2
2978	**Цифровая технология обнаружения делящихся материалов**	МИФИ, Москва, Россия	**$435,891**	01.10.05	01.09.08	3
3024	**Полупроводниковые координатно-чувствительные детекторы**	Институт ядерных исследований РАН, Москва, Россия	**$260,000**	01.02.07	01.08.09	2

3090	**Модули калориметра для коллайдеров нового поколения**	ИТЭФ, Москва, Россия	**$426,720**	01.05.05	01.05.07	2
3534	**Установка для обнаружения взрывчатых веществ**	Радиевый институт им. В.Г. Хлопина, Санкт-Петербург, Россия	**$515,249**	01.07.07	01.07.10	3
3667	**Детектор ядерных материалов**	Физико-технический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия	**$665,000**	01.04.07	01.10.09	3
3785	**Быстрая гамма-спектрометрия**	Физико-технический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия	**$48,000**	01.12.07	01.06.10	3
A-1165	**Сцинтилляторы для позитронно-эмиссионных томографов**	Институт физических исследований, Аштарак-2, Армения	**$256,000**	01.08.05	01.02.08	3
A-1292	**Преобразователи и детекторы для получения рентгеновских изображений**	Национальная научная лаборатория им.А.И.Алиханяна, Ереван, Армения	**$261,124**	01.12.06	01.12.10	4
G-1160	**Нанокристаллические сцинтилляторы**	Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия	**$289,239**	01.07.05	01.07.08	3
G-646	**Селективные детекторы ядерного излучения**	Научно-исследовательский институт автоматических систем «Схиви», Тбилиси, Грузия	**$286,000**	01.04.02	01.07.05	3
G-982	**Детекторы на основе черенковского эффекта для обеспечения безопасности АЭС**	Тбилисский государственный университет / Институт физики высоких энергий, Тбилиси, Грузия	**$250,000**	01.04.05	01.10.08	4
T-1157	**Моделирование преобразователя нейтронов на основе гадолиния**	Физико-технический институт, Душанбе, Таджикистан	**$309,857**	01.06.05	01.09.08	3

Краткое содержание проектов и иная информация для свободного доступа находятся в Секретариате МНТЦ и могут быть предоставлены по запросу.

Приложение 3. Оценочная форма для проведения технической экспертизы проектов МНТЦ

Настоящая оценочная форма заполняется на основании письменных данных, включая: 1) Итоговый технический отчет 2) Форму оценки проекта 3) Итоговый отчет о выполнении работ 4) Резюме для широкого доступа 5) Технический план применения 6) устные презентации для экспертных групп (где это применимо)

Сведения о проекте	
Номер проекта	
Название проекта	
Головной институт	
Менеджер проекта	
Зарубежные коллаборaторы	
Продолжительность проекта	
Бюджет проекта	
Финансирующие стороны	
Главный куратор проекта в МНТЦ	

Оценка завершенного проекта	
1. Выполнение основных задач проекта	
Степень выполнения научных целей т.е., выполнены ли заявленные в проекте цели исследований полностью, частично или не выполнены совсем?	(A, B, C)*
Степень выполнения других целей т.е., нераспространение, вовлечение ученых в мирную научную деятельность, устойчивое развитие.	(A, B, C)
Экономическая эффективность проекта, т.е. соответствовали ли проектные расходы заявленным видам работ – оправданы ли средства, предоставленные для выполнения проекта?	(A, B, C)
Комментарии	

Средняя оценка по п. I	(A, B, C)
5.1 II. ВКЛАД В НАУЧНУЮ ОБЛАСТЬ (A, B, C) – Научные результаты Внесли ли научные результаты вклад в ту область науки, с которой связан проект? – Нераспространение Содействовала ли научная работа достижению целей нераспространения? – Прочее Стали ли результаты проекта основой для новых проектов?	
Комментарии	
III. Воздействие (A, B, C) т.е., каково воздействие результатов проекта? Привели ли они к прикладным исследованиям, созданию и коммерциализации новых технологий, рационализации существующих технологий или к оформлению патентов?	
Комментарии	
IV. Распространение результатов	
Количество публикаций в общепризнанных международных изданиях (оценивается по индексу цитируемости издания)	(A, B, C)
Количество публикаций в национальных изданиях	(A, B, C)
Презентации на международных конференциях (оценивается по индексу цитируемости в категориях «заказной» доклад, устная презентация, стендовый доклад)	(A, B, C)
Комментарии	
Средняя оценка по п. IV	(A, B, C)
V. Сети контактов с участием институтов стран СНГ (A, B, C) – внутри СНГ – за пределами СНГ	
VI. Партнерство и сотрудничество с зарубежными организациями (A, B, C)	
Комментарии/оценка зарубежных коллаборaторов	(A, B, C)
5.2	(A, B, C)
5.3 СРЕДНЯЯ ОЦЕНКА ПО П. VI	
5.4	(A, A/B, B, B/C, C)
5.5 ИТОГОВАЯ ОБЩАЯ ОЦЕНКА	
Комментарии/оценка зарубежных коллаборaторов	(A, B, C)
Оценка потенциала для дальнейшего развития и практического применения	
* A = все цели проекта достигнуты; A/B = большинство целей проекта достигнуты; B = все цели проекта достигнуты частично; B/C = большинство целей проекта достигнуты частично; C = цели проекта не достигнуты.	

Приложение 4. Сводная таблица оценок проектов в разделе «Сенсоры для обнаружения излучения и их применение»

ОБЩИЕ ОЦЕНКИ: A = все цели проекта достигнуты; A/B = большинство целей проекта достигнуты; B = все цели проекта достигнуты частично; B/C = большинство целей проекта достигнуты частично; C = цели проекта не достигнуты.

Проект №	Название проекта	Эксперт A	Эксперт B	Эксперт C	Эксперт D	Эксперт E	Эксперт F	Эксперт G	Суммарная оценка
822	Многоканальная система для клинической дозиметрии	B/C	B	B	B	B/C	B/C	B/C	B/C
1246	Неразрушающий контроль глубины выгорания	B/C	C	C	B	B/C	B	B/C	B/C
1449	Безопасная транспортировка избыточного плутония	A/B	B	B	B	A/B	B	B	B
1559	Аэрокомплекс для радиационного мониторинга	A/B	B	B	B	A/B	A/B	B	B
1639	Трековая система для ATLAS	A	A	A	A/B	A/B	A	A/B	A
1644	Идентификация ядерных материалов	B	B/C	B/C	B	A/B	B	B	B
1800	Торцевые части детектора для эксперимента ATLAS	A	A	A	A	A	A	A/B	A
1834	Портальные детекторы контроля за радиоактивными материалами	B	A/B	A/B	B	B	B	B/C	B
1933	Дистанционное определение загрязнения альфа-радиоактивными веществами	B/C	B/C	B/C	B/C	B	B/C	B/C	B/C
1954	Система идентификации делящихся материалов	B	A/B	A/B	B	B	B/C	B	B
1956	База данных по фрагментации ядер кремния для микроэлектроники	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	B	A/B
1999	Внутренняя трековая система и детектор множественности для эксперимента ALICE	-	A	A	A	-	-	A/B	A
2134	Расчеты температурных режимов экспериментальной установки ATLAS	B	A/B	-	B/C	B	B	B	B
2283	Разработка алмазных спектрометров и дозиметров	B	B	B	B	B	B	A/B	B
2353	Интеллектуальные датчики для мониторинга аварийной и экологической обстановки	B	A/B	B	B	B/C	B	B	B
2500	Калибровка аппаратуры Космического солнечного патруля	A/B	A/B	A/B	B	A/B	A/B	B	A/B
2503	Разработка и исследование эффективных полупроводниковых газовых сенсоров и детекторов ионизирующих излучений для мониторинга окружающей среды	B	B	B	B	A/B	B	B	B
2584	Система оценки реактивности	B	B/C	-	B/C	B	B	B	B
2637	Обнаружение ядерных материалов фотонейтронным методом	B	B	B	B	B/C	B	B/C	B
2714	Обнаружение взрывчатых веществ гамма-активационным методом	C	C	B/C	C	B/C	B/C	C	C
2719	Адронный калориметр LHCb	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A	B	A/B
2728	Разработка детекторов радиации на основе кристаллов T1Br	B/C	B	B	B/C	B/C	B	B/C	B/C
2732	Поиск источника нейтронного излучения в городских условиях	B	B	B	B/C	B/C	B/C	B	B
2880	Стартовый детектор для эксперимента ALICE	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B
2978	Цифровая технология обнаружения делящихся материалов	A/B	B	A/B	B	A	B	A	A/B
3024	Полупроводниковые координатно-чувствительные детекторы	A/B	A/B	A/B	A/B	B	A/B	A	A/B
3090	Модули калориметра для коллайдеров нового поколения	A/B	A/B	A/B	A/B	B	A/B	A/B	A/B
3534	Установка для обнаружения взрывчатых веществ	B	B	B	B	B/C	B	B/C	B
3785	Быстрая гамма-спектрометрия	A/B	A/B	A	B	A/B	B	B	A/B
A-1165	Сцинтилляторы для позитронно-эмиссионных томографов	B	A/B	B	B	-	B	B	B
A-1292	Преобразователи и детекторы для получения рентгеновских изображений	B/C	C	C	B/C	-	B/C	B/C	B/C
G-1160	Нанокристаллические сцинтилляторы	B/C	B/C	B/C	B	-	B/C	B/C	B/C
G-646	Селективные детекторы ядерного излучения	B	B/C	B/C	B	B	B	B	B
G-982	Детекторы на основе эффекта Черенкова для обеспечения безопасности АЭС	B/C	B/C	B/C	B/C	-	B/C	B/C	B/C
T-1157	Моделирование преобразователя нейтронов на основе гадолиния	B/C	B/C	B/C	B/C	-	B/C	B/C	B/C

Приложение 5. Область, к которой относятся проекты, и ранжирование оценок

Проект №	Название проекта	Суммарная оценка
Детекторы в физике высоких энергий		
1639	Трековая система для “Atlas”	A
1800	Торцевые части детектора для эксперимента ATLAS	A
1999	Внутренняя трековая система и детектор множественности для эксперимента ALICE	A
2500	Калибровка аппаратуры Космического солнечного патруля	A/B
2719	Адронный калориметр LHCb	A/B
2880	Стартовый детектор для эксперимента ALICE	A/B
3090	Модули калориметра для коллайдеров нового поколения	A/B
2134	Расчеты температурных режимов экспериментальной установки ATLAS	B
Разработка новых сенсорных систем		
1956	База данных по фрагментации ядер кремния для микроэлектроники	A/B
3024	Полупроводниковые координатно-чувствительный детекторы	A/B
3785	Быстрая гамма-спектрометрия	A/B
1834	Портальные детекторы контроля за радиоактивными материалами	B
2584	Система оценки реактивности	B
A-1165	Сцинтилляторы для позитронно-эмиссионных томографов	B
A-1292	Преобразователи и детекторы для получения рентгеновских изображений	B/C
G-1160	Нанокристаллические сцинтилляторы	B/C
Детекторные системы		
2978	Цифровая технология обнаружения делящихся материалов	A/B
1449	Безопасная транспортировка избыточного плутония	B
1559	Аэрокомплекс для радиационного мониторинга	B
1644	Идентификация ядерных материалов	B
1954	Система идентификации делящихся материалов	B
2283	Разработка алмазных спектрометров и дозиметров	B
2353	Интеллектуальные датчики для мониторинга аварийной и экологической обстановки	B
2503	Разработка и исследование эффективных полупроводниковых газовых сенсоров и детекторов ионизирующих излучений для мониторинга окружающей среды	B
2637	Обнаружение ядерных материалов фотонейтронным методом	B
2732	Поиск источника нейтронного излучения в городских условиях	B
3534	Установка для обнаружения взрывчатых веществ	B
G-646	Селективные детекторы ядерного излучения	B
822	Многоканальная система для клинической дозиметрии	B/C
1246	Неразрушающий контроль глубины выгорания	B/C
1933	Дистанционное определение загрязнения альфа-радиоактивными веществами	B/C
2728	Разработка детекторов радиации на основе кристаллов T1Br	B/C
G-982	Детекторы на основе эффекта Черенкова для обеспечения безопасности АЭС	B/C
T-1157	Modeling of Gadolinium-Based Neutron Converter	B/C
2714	Detection of Explosives by the Gamma-Activation Method	C

Международный научно-технический центр (МНТЦ)
Россия, 127473, Москва,
ул. Краснопролетарская, 32-34

www.istc.ru