

2-я Международная конференция по измерению низкой активности

В работе конференции, состоявшейся в ноябре 1980 г. в Чехословакии (Высокие Татры), участвовали около 160 специалистов из 21 страны. 75 докладов, представленных на конференцию, были распределены по 12 направлениям: ускорительная техника, подземные лаборатории, секция Международного комитета по ядерной метрологии, качественному контролю и стандартам, космогенные изотопы и космическое излучение, низкоуровневый газовый счет, газонаполненные детекторы и радиоуглеродное датирование, жидкие сцинтилляторы, низкофоновая γ -спектрометрия, применение низкофоновой спектрометрии, низкая радиоактивность, низкий уровень излучения, антропогенные изотопы в окружающей среде.

Как видно из перечисления секций, проблемы, решаемые с применением техники счета низкой активности на сегодняшний день, весьма широки и связаны с различными областями науки — от нейтринной астрофизики до радиоэкологии.

Применение ускорителей тяжелых ионов для измерения радиоуглерода и некоторых космогенных изотопов показало перспективность дальнейших разработок в этом направлении. Так, в докладах Р. Хеджеса (Великобритания) и Ю. Кеклина (Франция) обсуждались возможности и достижения в применении ускорителей для радиоуглеродного датирования. Р. Хеджес показал, что в таких системах можно добиться хорошего отношения сигнала к фону, предельная чувствительность датирования может быть повышена за счет изотопного обогащения. Г. Райсбек (Франция) рассказал об измерении космогенного изотопа ^{10}Be с использованием циклотрона в Гренобле и применении системы линейный ускоритель — циклотрон для измерения ^{26}Al и ^{41}Ca . В секции «Подземные лаборатории» внимание сконцентрировалось на экспериментах по солнечным нейтрино. В докладе И. Р. Барабанова и др. (СССР) приводились данные об измерении нейтронного фона в планируемых нейтринных экспериментах, полученные в подземных лабораториях Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ АН СССР. Измерения, проведенные с применением контейнера, в котором содержалось 187 кг сухого CaC_2O_4 на глубине 700 и 1200 м вод. экв., позволили определить поток нейтронов: $E_n > 3 \text{ МэВ} = 0,045 \text{ н/сут} \cdot \text{см}^2$.

В докладах специалистов Института Макса Планка из Гейдельберга (ФРГ) основное внимание уделено галлий-германиевому нейтринному эксперименту. В. Хэмпл привел общее описание и характеристики низкофоновых установок, расположенных в лаборатории, которая защищена семью метрами грунта и бетона. Комбинированный спектрометр, состоящий из парного сцинтиллятора на основе NaI(Tl) и пропорционального счетчика, сконструирован как часть детектирующей системы эксперимента. Высокая чувствительность достигнута благодаря большим сцинтилляционным кристаллам и пропорциональным счетчикам. Дальнейшее уменьшение фона последних достигается дискриминацией фоновых отсчетов, о котором сообщил Р. Шлотц. Эта работа является частью программы Международной кооперации, в которой участвуют специалисты Брукхейвенской национальной лаборатории, Института Макса Планка, Института физических проблем (Принстон, США), Пенсильванского университета (Филадельфия, США) и Института им. Вайцмана (Израиль).

Интерес вызвала методика отбора событий, предусматривающая запись и обработку полной формы каждого отдельного импульса. Для этого авторы используют электронно-лучевую трубку типа TEKTRONIX R7912 с диодной матрицей, имеющей 512×512 адресных ячеек. Полная форма импульса записывается и считывается с этой матрицы электронным лучом. Внутренняя память записывает матричные данные, они затем передаются в компьютер, контролирующий этот процесс и делающий любой

необходимый анализ после измерения. Показано, что 90% фоновых импульсов могут быть исключены из счета при измерении ^{71}Ge в счетчике типа Девиса. Кроме того, анализ дал возможность выявить особенности в форме некоторых импульсов. Например, когда поглощение K_{α} -рентгеновских квантов (^{71}Ge) связано с L -оже-электронами, возникают двойные импульсы, форма которых зависит от различных параметров и может быть проанализирована. Таким образом, результаты, достигнутые в этой работе, являются весьма существенными для уменьшения фона в счете ^{71}Ge и ^{69}Ge до предела, позволяющего проводить галлийевый нейтринный эксперимент. Авторы намерены продолжать исследования в указанном направлении, например использовать Фурье-анализ формы импульсов.

Доклад В. Хельбига (ГДР) явился убедительным подтверждением практического значения таких конференций. В нем описана низкофоновая лаборатория, созданная по образцу Баксанской, о которой сообщалось на 1-й конференции, а также опыт других институтов в этом направлении. Такой подход позволил ученым из Дрездена за сравнительно короткий срок создать подземную лабораторию с характеристиками, достаточными для проведения активационного анализа и измерения различных образцов.

Х. Лузли (Швейцария) представил фактический материал, дающий возможность проанализировать в различных условиях (наземная и подземная лаборатория) характеристики фона пропорциональных счетчиков различного объема, с разным давлением, газовой смесью, конструктивными материалами. Результаты подтвердили значительное (4—5-кратное) его снижение при их размещении в подземной лаборатории (70 м вод. экв.), а также преимущества применения счетчиков малого размера с высоким давлением. Сравнение фона нескольких типов газовых счетчиков разных лабораторий позволило авторам корректно оценить относительный вклад его отдельных компонентов. В частности, было отмечено, что в подземных условиях вклад от загрязненности стенок является основным и достигает 50% общего счета счетчика. В этом докладе также доказывалось преимущество многопроволочных счетчиков с внутренней активной защитой для низкоэнергетичного β -счета. В докладе В. В. Кузьминова и А. А. Поманского (ИЯИ АН СССР) рассмотрены характеристики таких счетчиков, П. Повинца и др. (Чехословакия) — метод вычисления электростатического потенциала и эффективности регистрации для счетчиков такого типа.

Большой интерес вызвал обзорный доклад Г. Е. Кочарова (ФТИ им. А. Ф. Иоффе) о современном состоянии исследований вариаций космического излучения за длительное время на основе изучения космогенных изотопов, рожденных в различных частях солнечной системы. В. А. Дергачев (ФТИ им. А. Ф. Иоффе) рассказал о проводимых в нашей стране систематических исследованиях изменений интенсивности космического излучения с использованием радиоуглеродного метода. Как показали результаты, вариации скорости образования ^{14}C с периодом десятки — сотни лет вызываются изменением солнечной активности. Радиоуглеродному датированию было посвящено более 10 докладов специалистов разных стран. И. Олссон (Швеция) привела данные об изучении долговременной стабильности двух пропорциональных счетчиков, заполненных CO_2 , путем измерения стандартов щавелевой кислоты в течение нескольких лет. Выбраны оптимальные значения рабочего давления и напряжения счетчиков для наиболее стабильной работы. Полезная информация содержалась в докладе Г. Хата и др. (Нидерланды), в котором описывалась новая установка для углеродного датирования. Установка состоит из семи кварцевых пропорциональных счетчиков большого размера (диа-

метр 4×74 см), наполненных CO_2 . Они окружены многослойной пассивной (сталь, свинец) и активной (гейгеровские счетчики) защитой. Достигнута точность 1,3% (за двое суток измерений) и предел измерений 61 500 лет.

Низкофоновая спектрометрия развивается в настоящее время по нескольким тесно связанным направлениям. 1. Создание и широкое применение больших комбинированных γ -спектрометрических систем. Я. Адам (Чехословакия) привел основные характеристики и рассказал о применении антикомптоновского спектрометра, состоящего из основного Ge(Li) -детектора и защитного NaI(Tl) -детектора большого размера (диаметр 254×200 мм). В режиме работы с отсеканием комптоновски рассеянных γ -квантов получено 8-кратное снижение комптоновского континуума для ^{60}Co . В докладе М. Худы и др. (Чехословакия) также представлены результаты работы парного $\text{NaI(Tl)} - \text{Ge(Li)}$ -спектрометра, подтвердившие широкие возможности многомерного анализа. 2. Продолжение исследований по снижению фона и повышению чувствительности отдельных детекторов. Значительный интерес вызвал доклад Е. Л. Ковальчука и др. (ИИЯ АН СССР) об измерениях ультранизкого количества радионуклидов в образцах с использованием подземного низкофонового гамма-спектрометра. В докладе описывалась работа такого спектрометра на основе NaI(Tl) (диаметр 200×200 мм) с колодезем и методика измерений, позволившая достигнуть рекордного на сегодняшний день предела чувствительности для однокристалльного детектора ($\sim 10^{-9}$ г ^{232}Th и ^{238}U на 1 г образца). В докладе югославских специалистов А. Кукоча и П. Аджича, как бы в дополнение к предыдущему докладу, речь идет об изучении фоновых спектров на одиночных Ge(Li) -детекторах с указанием эффективности регистрации и характеристик. Интересно поставлен

эксперимент с использованием разнообразных комбинаций кадмия и воды по определению влияния на фон космического излучения. 3. Все более полное оснащение гамма-спектрометрических комплексов системами быстрой логической и аналоговой электроники и вычислительной техникой. Этому вопросу были посвящены доклады М. Худы и др. (Чехословакия), Г. Станшича и др. (Венгрия), Н. Пишутовой и Я. Сзарки (Чехословакия) и др. В. Лесснер (ГДР) рассказал о применении для низкофоновых измерений системы КАМАК.

В некоторых докладах рассматривалась статистическая обработка результатов счета низкой активности, в частности корректное определение чувствительности детектирующих систем.

На основании материалов конференции можно сделать следующие выводы. Область применения техники низкого уровня счета значительно расширилась. Разрабатываются «собственные низкофоновые» экспериментальные методы и соответствующая аппаратура с учетом малого числа событий и, следовательно, большого времени, предоставленного на полную обработку каждого из них. Число новых низкофоновых лабораторий, в первую очередь подземных, увеличилось, достигнуты успехи в повышении чувствительности установок. Низкофоновые комплексы оснащаются современными системами быстрой электроники (типа КАМАК) с применением ЭВМ. Проведены новые расчеты как по детектирующим системам, так и по обработке результатов. С учетом специфики и разнообразия задач, решаемых с использованием низкофоновых методов, проделана большая работа по созданию единой терминологии, методике и стандартизации измерений.

Доклады будут опубликованы в конце 1981 г.

СМОЛЬНИКОВ А. А.

Рефераты статей

УДК 621.039.534

Цыканов В. А., Антипин Г. К., Борисов В. В., Бритов В. Н., Бухтеев И. С., Голушко В. В., Качалин В. А., Кебадзе Б. В., Кондратьев В. И., Ковтун С. Н., Лешков В. В., Мартынов Е. Б., Никольский Р. В., Нечаев В. И., Поплавский В. М., Привалов Ю. В., Соколов В. М., Смирнов А. М., Сроелов В. С., Тихомиров А. В., Федоров Ю. Д., Чернобровкин Ю. В., Андел Й., Вановец Й., Варваржовски Ф., Ганке В., Голи Ф., Готвальд П., Дубшек Ф., Капка Ф., Кржижек В., Конярижик М., Матал О., Мах В., Питака О., Плигал К., Страка М., Сobotка Й., Томеш В. Исследование процессов взаимодействия натрия с водой в микромодульном парогенераторе БОР-60. — Атомная энергия, 1981, т. 51, вып. 1, с. 3.

В конце 1979 г. в НИИАР выполнена программа экспериментальных исследований аварийных режимов микромодульного парогенератора при малых и больших течах воды в натрий на парогенераторе мощностью 30 МВт конструкции ЧССР, работающем в составе петли БОР-60.

Проведена серия экспериментов с имитацией течи воды в натрий подачей аргона и пара через устройства впрыска, расположенные перед модулем пароперегревателя одной из секций и между модулями испарителя той же секции. Диапазон расходов по пару $0,02 - 0,45$ г/с. Продолжительность подачи пара $100 - 400$ с. Через специальное сопло диаметром 7 мм, установленное на верхнем модуле испарителя, был проведен большой впрыск пара в натрий с расходом $0,23$ кг/с и продолжительностью 40 с. Проверались следующие способы обнаружения течи: системами на основе электромагнитных расходомеров, детекторами водорода в натрии и газе буферной емкости, детекторами кислорода в натрии, анализом акустических шумов. Для большинства систем определены пределы срабатывания и время индикации течей (рис. 2, табл. 1, список лит. 8 назв.).

УДК 532.542

Вознякевич Е. В., Номофилов Е. В. Гомогенная модель течения жидкости в стержневых сборках. — Атомная энергия, 1981, т. 51, вып. 1, с. 6.

Показано, что силы давления со стороны стержней на жидкость, возникающие при ускоренном движении жидкости, можно учесть посредством тензора эффективной плотности, подобно тому как

в задаче о движении твердого тела в жидкости силы давления, действующие на твердое тело со стороны жидкости, учитываются посредством тензора присоединенной массы. Оценка тензора эффективной плотности показывает, что инерционность гомогенной среды значительно больше, чем это следует из теории фильтрации, и что инерционность гомогенной среды анизотропна (рис. 1, список лит. 9 назв.).

УДК 621.039.003

Карасев Э. К., Смирнов В. Г., Коньков Ю. В., Вазингер В. В., Трубкин Е. И. Об эффективности перепетивных типов циркуляторов в водографитовых реакторах. — Атомная энергия, 1981, т. 51, вып. 1, с. 9.

В настоящей работе впервые проводится технико-экономический анализ и сравнение различных типов циркуляционных насосов в водографитовых реакторах при одинаковых условиях эксплуатации. Сравнительный анализ электро-, турбо- и термонасосов показал существенную экономическую эффективность последних. При замене половины электронасосов термонасосами, реально осуществимой в настоящее время в РБМККП-2400, достигается тот же экономический эффект, что и при полной замене электронасосов турбонасосами ($1 - 2$ млн. руб./год). В перспективе при полной замене электронасосов термонасосами и при соответствующем изменении в конструкции положительный эффект может увеличиться до 3 млн. руб./год на 1 блок (рис. 3, табл. 3, список лит. 2 назв.).

УДК 621.039.5

Бобков В. П., Саванин Н. К. Коэффициент теплоотдачи и его использование в расчетах температурных режимов твэлов. — Атомная энергия, 1981, т. 51, вып. 1, с. 12.

Проанализированы локальные поля температуры в потоке теплоносителей в сложных каналах и коэффициенты теплоотдачи в локальном представлении. Показана некоторая универсальность полей температуры и коэффициентов теплоотдачи при представлении их в безразмерном виде с использованием локальных величин и критериев подобия. Полученные данные использованы для расчета температурных режимов твэлов в условиях охлаждения водой как без кипения, так и при наличии поверхностного кипения (рис. 6, табл. 1, список лит. 15 назв.).