

ЭНЕРГИЯ



№ 1
февраль
2002 г.

— юбилей

8 ФЕВРАЛЯ — ДЕНЬ РОССИЙСКОЙ НАУКИ!

8 февраля мы отмечаем День российской науки. Эта дата была установлена Указом Президента Российской Федерации от 7 июня 1999 года, «следуя историческим традициям и в ознаменование 275-летия со дня основания в России Академии наук» — именно 8 февраля Петр I в свое время подписал Указ об учреждении Академии наук. Российская академия наук, и наше Сибирское отделение, несмотря на все потрясения, вступили в XXI век со значительным научным багажом. Достойный вклад в него вносит Институт ядерной физики СО РАН.

Пусть свершатся новые открытия, пусть успешно будут завершены начатые работы, пусть будут благополучны ваши семьи!

С праздником, дорогие коллеги!

Важнейшие научные результаты ИЯФ им. Г.И. Будкера за 2001 год

Физика высоких энергий

1. На комплексе со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2м (детекторы КМД-2 и СНД) измерены относительные вероятности распадов ρ , ω и ϕ -мезонов

в $\eta\gamma$. Эти данные необходимы для определения углов смешивания в октете псевдоскалярных мезонов и поиска примеси экзотического глюонного состояния в составе η -мезона. Проведены также измерения относительных

вероятностей распадов ρ и ω -мезонов в $\pi^0\gamma$, которые согласуются с предсказаниями кварковой модели для легких векторных мезонов.

Окончание на стр. 2.

Окончание на стр. 2.

2. На комплексе со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-4М и детектором КЕДР в 2001 г. создана система измерения поляризации пучков и освоена процедура абсолютной калибровки энергии с точностью 0.0003% методом резонансной деполяризации. Эта методика необходима для прецизионного измерения масс J/ψ -мезонов и τ -лептона.

3. В совместных экспериментах на электрон-позитронных фабриках в США (лаборатория SLAC, детектор BBar) и Японии (лаборатория KEK, детектор BELLE) в 2001 г. обнаружено CP -нарушение в распадах B -мезонов. Этот результат, по всеобщему признанию, является самым ярким достижением в физике элементарных частиц в 2001 г.

4. На инжекционном комплексе ВЭПП-5 (запуск этого комплекса существенно улучшит параметры установок ВЭПП-2000 и ВЭПП-4М, а также создаст базу для установок следующего поколения) достигнуты проектный темп ускорения (40 МэВ/м) и число частиц в сгустке (2×10^{10})

Синхротронное излучение

1. Совместно с Лимнологическим институтом СО РАН (г. Иркутск) получены уникальные данные по палеоклимату Каргинского интервала (26-52 тыс. лет до нашего времени) на основе ис-

Важнейшие научные результаты ИЯФ им. Г.И. Будкера за 2001 год

следований кернов донных осадков оз. Байкал методом сканирующего СИ-РФА с временным разрешением от 4 до 20 лет.

2. Совместно с ИГиЛ и ИХТТМ СО РАН выполнен комплекс исследований процессов детонации и поведения вещества при прохождении детонационного фронта с помощью разработанного уникального метода наносекундной дифрактометрии на СИ.

3. Созданы не имеющие аналогов в мире специальные генераторы СИ: сверхпроводящие 17-полюсный вигглер с полем 7.35 Т и 49-полюсный вигглер с полем 3.5 Т, 43-полюсный квазипериодический эллиптический ондулятор.

4. В РНЦ «Курчатовский институт» (г. Москва) выведен на проектные параметры первый в

России специализированный источник СИ — накопитель «Сибирь-2».

Физика горячей плазмы и проблема управляемого термоядерного синтеза

1. На установке ГДЛ экспериментально доказано, что радиальное электрическое поле оказывает негативное влияние на МГД устойчивость плазмы. Показано, что для устойчивого удержания плазмы в длин-

ных открытых системах необходимо принимать специальные меры по подавлению радиального электрического поля.

2. На стадии распада плазмы ($n \approx 0.7 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$) впервые наблюдался поперечный перенос с коэффициентом диффузии, близким к классическому. Этот результат демонстрирует хорошие перспективы ловушки с амбиполярным удержанием плазмы (установка АМБАЛ-М). На этой же установке в центральном пробкотроне длиной 6 м получена МГД устойчивая горячая плазма объемом около 1 м^3 с высокой (до $3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$) плотностью на оси системы.

В январе состоялась вторая научная сессия «ИЯФ 2002». Научное сообщество нашего института обсуждало приоритетные направления фундаментальных исследований, а также некоторые контрактные и прикладные разработки.

*Из выступления на научной сессии
академика директора ИЯФа А. Н. Скринского.*

Год назад мы провели подобную сессию и в течение всего года следовали принятым на ней решениям. У нас ведутся работы фундаментального и контрактного циклов и некоторые прикладные разработки (по которым мы надеемся в дальнейшем получить контракты).

Из наших фундаментальных работ мы ведём, прежде всего, те работы, которые уже занимают мировые позиции и не требуют новых капитальных вложений. Но и в этих работах крупными вложениями являются зарплаты сотрудников, которые работают в этих исследованиях, и вся инфраструктура, обеспечивающая эти работы.

Второе — это установки, которые еще создаются. Они имеют частично государственную поддержку, частично поддержку за счет выполнения разными лабораториями контрактных работ. Источники финансирования могут быть самыми разными: это могут быть чисто прикладные работы, это может быть участие в международных проектах. Это фундаментальный цикл. Его мы должны вести интенсивно и думать, нельзя ли к этим работам привлечь коллаборантов из своей страны или извне, либо побочные выходы от этих работ нельзя ли превратить в продаваемый продукт.

Важную роль в жизни нашего института занимают контрактные работы. Мы стараемся, чтобы они максимально были приближены к тем работам, которые мы ведем. В ряде случаев они являются просто частью наших фундаментальных исследований, прикладных работ, которые и нам нужны для исследований. Мы стараемся делать что-то в контрактных работах и такое, чтобы это продвигало и наши технологии, поднимало бы наш уровень умения работать с современными сроками, с современным качеством.

***Источник нейтронов для нейтронозахватной терапии
в условиях клиники***

*Из выступления на научной сессии ИЯФ
заведующего лабораторией 1-1 Г. И. Сильвестрова.*

В большом арсенале методов радиационной терапии нейтронная терапия занимает особое место. Протоны и гамма-излучение по биологической активности близки, разница только в пространственном распределении. Тяжелые ионы дают эффект полного разрушения злокачественных опухолей, протоны отдачи от рассеяния нейтронов тоже дают такой же эффект. Этим объясняется тот факт, что среди всех злокачественных опухолей велика доля

— 20–30% — так называемых опухолей радиационно-резистивных к слабо ионизирующему излучению. Они поддаются эффективной терапии частицами с высокой относительной биологической эффективностью — нейтронами или тяжелыми ядрами. В этом специфика нейтронной терапии. Этот класс опухолей, которые не доступны терапии слабо ионизирующим излучением, перекрываются нейтронами и тяжелыми ядрами. Надо заметить, что ме-

тодика и техника облучения жестким излучением (облучение протонами — это очень малая доля) доведены до совершенства с точки зрения формирования дозных распределений, автоматизации, планирования облучения.

Последнее десятилетие показало, что наиболее эффективны нейтроны с энергией от 0,5 до 1 МэВ, с другой стороны — нужны доста-

Окончание на стр. 4-5.

Окончание. Начало на стр.3.

точно интенсивные и мощные нейтронные источники, чтобы сократить время облучения быстрыми нейтронами — длинные сеансы утомительны для пациента. Для десятиминутного сеанса при облучении быстрыми нейтронами нужен нейтронный источник с мощностью пучка нейтронов 10^9 нейтронов на кв.см в сек. В нейтронозахватной терапии, которая сейчас считается наиболее эффективной и интересной, нужен источник с мощностью 10^{10} на кв. см в сек. Если говорить об ускорительных источниках нейтронов, то можно рассматривать реакции дейтерий-третиевые для ускорителей на энергию 200-300 кэВ. Другая реакция дейтерий-бериллий, которая

тоже дает хороший выход нейтронов при энергии дейтонов выше 1 МэВ, несколько МэВ. Эти источники не оптимальны для нейтронной терапии, так как нейтроны имеют максимум интенсивности в области 14 МэВ. Оптимальны нейтроны с энергией в 0,5 МэВ, которые идут от ядерных реакторов. Их еще можно эффективно замедлять до тепловых скоростей. Задача создания таких источников нейтронов сложная. Ставить клинику около реакторов неудобно, также, как и ставить реактор в клинику. Речь идет о создании источников нейтронов на основе ускорителей. Интересна еще реакция, которая идет на ускорителях и дает хороший выход нейтронов, это реакция протон-литий 7. Она признана во всем мире как наиболее удобная для создания ускорителей для генерации нейтронов. Она пороговая от 1,9 МэВ и дает высокий выход тех нейтронов, которые нужны, начинается с 2 МэВ. Таким образом, в основу ускорителя, способного производить такие пучки, легла эта реакция. Поскольку эта реакция пороговая, то наши коллеги из Обнинска обратили внимание на то, что при неболь-

шом превышении энергии протонов области порога, пучок нейтронов имеет хорошую направленность вперед и энергетический спектр в районе нескольких десятков кэВ. Эта концепция — получение нейтронного пучка без последующего замедления в области порога рождения нейтронов — и есть изюминка нашего проекта. Это определило выбор ускорителя, который мы сейчас создаем — электростатический тандем: он может обеспечить необ-

ходимую стабильность энергии протонов ток до 40 мА, то нам нужно сделать ускоритель мощностью до 100 кВт.

Как выглядел наш проект в 1997 году? Электростатический ускоритель тандем обеспечивает стабильность, которая нужна для нашего проекта — это первое. Тандем (удвоение энергии) — это тоже совершенно естественно. Что представляет собой классический тандем. Две ускоряющие керамические колонны, соединенные по середине, где размещается обдирочная мишень. После смены знака заряда энергия удваивается. Откачка идет через трубки. Главное ограничение ускорителя с керамическим колоннами — прохождение интенсивного стационарного пучка в процессе уско-

Источник нейтронов для нейтронозахватной терапии в условиях клиники

ходимую стабильность энергии протонов.

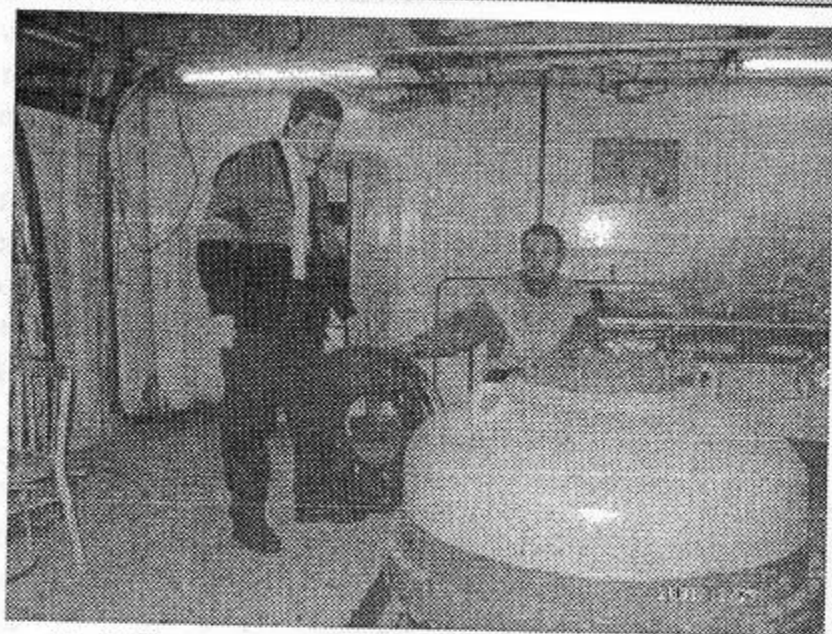
В 1997 году стал образовываться коллектив, который занялся разработкой этого проекта. У нас очень хорошая коллаборация с нейтронщиками из Физико-энергетического института в Обнинске (команда В.Н. Кононова, который давно занимается нейтронозахватной терапией). Удачная коллаборация с медиками из Института медицинской радиологии (это одни из ведущих радиотерапевтов). Коллаборация из трех институтов позволила нам взяться за разработку этого проекта. Инициировали нас на эту деятельность китайцы. Мы осознали, что этот проект — обеспечить 10^{10} нейтронов на кв.см в сек — можно осуществить в нашем институте.

Чтобы обеспечить такой поток нейтронов, ускоритель должен иметь энергию 2-2,5 МэВ. Для оптимального сеанса облучения нужно работать с токами 10 мА и выше, но если будут 5 мА, то медики говорят, что и это для начала хорошо. Это означает мощность 25 кВт в пучке (для тока в 10 мА). Если мы планируем в перспективе получить

решения через ускорительную колонну с неизбежным эффектом выседания тока на стенки. Таким путем никто в мире не получил тока больше 5 мА. Мы планировали стартовать с 10 мА. В реконструкцию тандема мы заложили другую идеологию, которая зародилась у нас в начале 90-х годов. Когда для нашего протонного ускорителя мы стали выбирать вариант инжектора, нам потребовался МэВ-ный ускоритель протонов. Этот инжектор, который мы сегодня называем прототипом большого тандема на 2,5 МэВ, сделан на основе такой идеологии: высокое напряжение вводится в вакуумный бак на потенциальный электрод (эта высоковольтная голова, так мы ее называем), который окружен системой экранов, разделяющих оптимальным образом потенциал. Нигде нет эффекта полного напряжения — это преимущество с точки зрения высоковольтных зазоров и прочих систем. Пучок отрицательных ионов проходит через отверстия в экранах к потенциальному электроду, где размещается перезарядная мишень, и после смены знака проходит через другую систему отверстий и удваивает энергию. Главное, что у нас токовый канал,

как и вся область прохождения пучка, нигде не смотрит на изолятор. Таким образом мы уходим от главного ограничения в керамических системах на получение тока больше 5 мА. Наш первый козырь — использование реакции протон-литий в припороговой области, второй козырь — схема высоковольтной части тандема. Идеология такого тандема одобрена специалистами по электростатическим ускорителям.

Следующая наша козырная карта — в качестве источника высокого напряжения мы используем выпрямитель от ускорителя ЭЛВ, хорошо отработанного промышленного ускорителя. Вместе с ним к проекту присоединилась команда Р.А. Салимова, которая сейчас очень эффективно и хорошо работает. Месяц назад на этом ЭЛВ получено напряжение 1,4 МэВ, тогда как нам нужно напряжение 950 кВ, чтобы работать у порога реакции при 1,9 МэВ. Наконец, четвертый козырь — к нашей работе подключилась очень мощная



На ЭЛВ получено напряжение 1,4 МВ. В. Прудников и И. Сорокин во время испытаний. Декабрь 2001 года.

команда специалистов по источникам отрицательных ионов, бывшая лаборатория Димова, это Геннадий Иванович Димов и Юрий Иванович Бельченко, с реально работающим 5 мА-ным источником. Наша команда была участницей Международной конференции по ускорителям летом прошедшего года, наши сообщения были встречены с большим интересом.

Что реально сделано на сегодняшний день? В 1998 году мы готовили проект в МНТЦ, в 1999 году он был одобрен, с 2000 года нача-

лось финансирование со стороны МНТЦ, следовательно, начались работы. С мая 2000 года действует сплоченный коллектив. Нам выделили в 18 здании каньон, проведена огромная работа по демонтажу оборудования, которое там было. Силами наших сотрудников во главе с В.В. Широковым проведен ремонт, механомонтаж, разводка воздуха, воды. Сейчас в этом помещении уже начаты эксперименты на прототипе. На нем проведена серия измерений по прочности высоковольтных зазоров

при больших энерговыделениях в разряде (может выделяться до 30 Дж — предельные значения энергии в нашей системе). На основе большого цикла испытаний мы выбрали геометрию основного тандема — в виде шестизазорной «капусты». Дальше предполагается приступить к газовым экспериментам, т.е. на этом прототипе будет испытываться мишень и прочность высоковольтных зазоров в условиях газовых выделений. Оригинальная идея поместить азотную ловушку в высоковольтную голову. Сейчас все изготовлено, начали монтировать и в ближайшее время начнем измерения. Проводится цикл работ по перезарядной мишени. Сердце нашего тандема высоковольтный ввод. Для него выточены изоляторы (стеклянные кольца, они все шлифованы), сделан кусок этого изолятора из 7 секций, всего их будет 36.

Мы сейчас набрали очень хороший темп. У нас произведено проектирование всех узлов тандема и сданы в мастерскую 4 или 5 заказов, которые определяют весь тандем. Довольно большие затраты — примерно в 1200 нормо-часов — требуются на вакуумный бак тандема, в нем все будет расположено. Суммарно по нашим заказам нужно 17 тысяч нормо-часов и 17 тысяч долларов



Здесь будет нейтронный источник «заложон». Бункер 2 здания 18, январь 2001 года.

Каждый последний вторник зал Центра Пользователей Национальной Ускорительной Лаборатории имени Ферми под Чикаго наполняется не совсем обычной аудиторией. В отличие от регулярных ускорительных семинаров сюда приходят представители физики высоких энергий — детекторщики, инженеры, руководители крупных отделов и члены Дирекции института — контингент, обычно редко посещающий семинары ввиду занятости, появляются и журналисты, освещающие жизнь Фермилаба — крупнейшего национального центра США. Но самое главное — в аудитории много тех, кого принято называть «молодые ученые». И не удивительно, ведь это для них и организуются Будкеровские семинары, на которых, следуя традициям основателя ИЯФа, молодежь «показывает» себя, представляет результаты своих исследований, обкатывает будущие диссертации.

Будкеровский семинар — это место, где надо быть готовым к любым вопросам, дискуссиям, критике. Бурные обсуждения занимают не меньше времени, чем сам доклад, в них вовлекаются и научные руководители докладчиков, и те, кто просто интересуется состоянием дел в новейших исследованиях по физике ускорителей, и гости Лаборатории. Это прекрасная возмож-

ность и для «начальства» пригласиться поближе к молодежи.

Изначальная цель семинара имени Будкера — дать возможность аспирантам, работающим в Фермилабе и готовящим диссертации в области новых направлений физики ускорителей, представить состояние дел по своим проектам. Так как в Америке, в отли-

В. Шильцев

Будкеровские семинары в Америке

чие от ИЯФа, диссертации присуждаются университетами, то формально каждый аспирант всего лишь пользуется лабораториями и ускорителями Фермилаба, но в реальности все они — члены одного коллектива и никто не считает их «чужаками». Каждый имеет своего профессора в своем университете и научного руководителя, сотрудника Фермилаба. Средняя продолжительность работы над темой — около 3 лет. И это только в лаборатории, не включая одного-двух лет предыдущей работы в университете, где надо получить зачеты по большому количеству предметов — расширенный вариант наших «кандидатских минимумов» — все это необходимо для получения ученой степени в будущем.

Спектр студенческих работ, поддерживаемый Фермилабом по новым направлениям в ускорителях, очень широк. Например, на последних Будкеровских семинарах были доклады «Компенсация

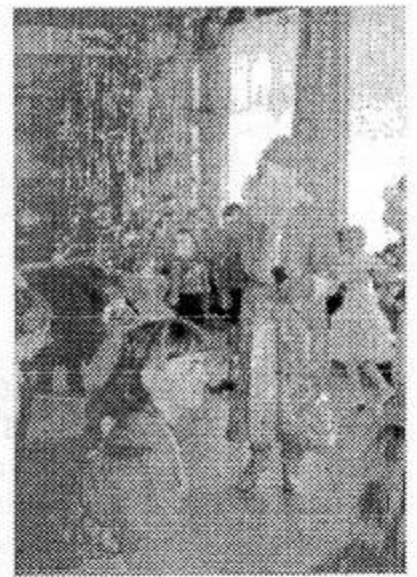
эффектов встречи или зачем нужна Электронная линза» (Кип Бишоп-Бергер, Университет Калифорнии-Лос-Анжелес, научный руководитель в Фермилабе Владимир Шильцев), «СВЧ резонаторы для эксперимента по Ионизационному охлаждению мюонов» (Винсент Ву, Университет Мичиган, рук. Норберт Хольткамп), «Разработка сверхсильных магнитов для будущего Суперколлайдера» (Вадим Кашихин, МИФИ, рук. Александр Злобин), «Секционный соленоид для проекта Электронного Охлаждения в Фермилабе» (Сергей Селецкий, Университет Рочестер, рук. Сергей Нагайцев), «Системы защиты сверхпроводящих магнитов для будущих больших ускорителей» (Линда Имбасиати, ТехУниверситет Вена, Австрия, рук. Пьер Бауэр).

Особый колорит семинарам придает то, что мы стараемся передать «дух Будкера». Зачастую семинары предваряются короткими выступлениями людей, знавших и работавших с Г.И. Будкером. Так, Джим МакЛахлан из Фермилаба рассказал о теплых взаимоотношениях Г.И. Будкера и первого директора Фермилаба Роберта Вильсона. Посещавший Фермилаб с коротким визитом профессор, член-корр. РАН Игорь Мешков (Дубна) выступил на одном из семинаров с краткой классификацией учеников Будкера: он увидел в аудитории много выходцев из ИЯФа — учеников в третьем или четвертом поколении, себя и присутствовавшего В.Г. Дудникова он отнес ко второму поколению учеников отца-основателя ИЯФ. В целом же, нельзя не порадоваться, что имя одного из выдающихся отечественных ученых продолжают помнить и чтить не только в России, но и за рубежом.



Весело встретили мы Новый год!

«Постновогодний» фоторепортаж



Фото

А. Горбатенко,

В. Баева.



О. Литвинова

Лыжне все возрасты покорны

Лишь только закончилась новогодняя кутерьма, жизнь лыжников института вошла в обычную колею. И если говорить, что каждый старт для спортсмена — праздник, то их было у нас достаточно. 2 января была проведена «возрастная эстафета». Впервые в этом сезоне в очной борьбе встретились команды наших подразделений. На этот раз первенствовала команда НКО-1 в составе А. Федоровой, Г. Асташкина и А. Максимова, второй была команда Управления, а замыкала тройку лидеров команда ФВЭ-1.

Шестого января лыжники снова вышли на старт, чтобы помериться силами в «Рождественской гонке». На этот раз сильнейшим среди ияфовцев стал И. Землянский. Первыми в своих возрастных группах были А. Самсонов, Д. Топорков, Г. Асташкин. У женщин в этот день отличились А. Федорова, Л. Решетникова, О. Литвинова.

13 января состоялся «Мемориал И.А. Шехтмана», его победителями стали А. Максимов, В. Бруннов, А. Путьмаков и Г. Асташкин. У женщин места распределились следующим образом: О. Литвинова, Е. Кошорайло и А. Федорова.

И все же, среди этих праздников был особый, яркий, ничем непохожий на другие. А героями здесь были наши дети. Вот об этом и хотелось бы рассказать подробнее. Пасмурный день. Редкие снежинки падают с неба. Природа замерла. Даже ветер, который в эту зиму чувствует себя хозяином в наших широтах, притих. И наш березовый

лес, и легкий снег, и лыжня, и, конечно же, сама база словно прислушиваются, ждут — вот-вот начнется... И действительно, постепенно округа наполнилась детскими головами, серьезными и веселыми, уверенными и робкими. Сливаясь, они превращались в радостное гудение, волнующее душу. Сегодня детский праздник! Лыжная база принимает маленьких гостей! В этот день ребяташки не только пробуют силы на лыжне, они знакомятся, общаются, демонстрируют свою ловкость и смелость. Как театр начинается с вешалки, так лыжная база — с холла, там дети получают свои номера. В протоколе участников встречаются уже хорошо знакомые фамилии. Маша Кононова (о ее дедушке мы рассказывали в прошлом номере), Ваня Мешков (его отец один из сильнейших лыжников института), Женя Максимов, внук и сын мастеров спорта Максимовых, Маша Кошорайло, Ксюша Путьмакова, Семен Федоров, Вася Литвинов — перечислять можно еще очень долго. Может быть, это пока и нельзя назвать династиями лыжников, но подобная преемственность вселяет надежду и оптимизм. Популярность лыжного спорта в ИЯФе — явление не временное! Начало праздника в стартовом городке, откуда малыши отправляются в забег на 500 метров, а ребяташки постарше на дистанции от 1 до 3 километров. Волнующее зрелище — старт. Переживают все: и родители, и участники. Порой, мамы и папы провожают своих детей по всей дистанции, и это не удивительно, ведь в гонках при-

нимают участие трех-, четырехлетние лыжники. И среди этих малышей, и между старшими ребятами разгорается настоящая спортивная борьба, каждый стремится показать все, на что он способен, поэтому на финише многих разделяют считанные секунды. Но об этом наши спортсмены узнают позже, а пока их ждут добрые, ободряющие слова и шоколадка, которая уже стала традиционным символом «финиша». Есть и еще одна грань этих соревнований, о которой не догадываются участники: они не просто преодолели дистанцию, а принесли очки команде подразделения, в котором работают родители. После гонки катание на «Буране», стрельба из лука, канатная дорога и чай у костра. Ни на одном «взрослом» празднике вы не увидите столько эмоций! Здесь испуг сменяется радостью, а слезы — смехом. Наши дети непосредственны и открыты. И, может быть, оттого, что кругом атмосфера радости и веселья, день уже не кажется таким пасмурным, сквозь тучи время от времени проглядывает солнце, окрашивая радужными переливами редкие снежинки, кружащиеся в воздухе. Завершился праздник там же, где и начался — в холле. Здесь награждают победителей, и, пожалуй, в этот момент взрослые могли бы поучиться у детей, как можно жить, не завидуя, не мелочась, а радуясь за товарища, за его успех, его победу. От души дети хлопают каждому, кто выходит за грамотой и призом. А наградой нам, взрослым, стали их счастливые улыбки.

Хочется поблагодарить всех тех, кто организовал этот праздник и помог в его проведении. А наших читателей мы приглашаем на следующий праздник, который состоится 8 марта. Приходите сами, приводите детей и внуков, приглашайте своих друзей. Всем здесь будут рады, а вы доставите огромное удовольствие своим ребяташкам.