



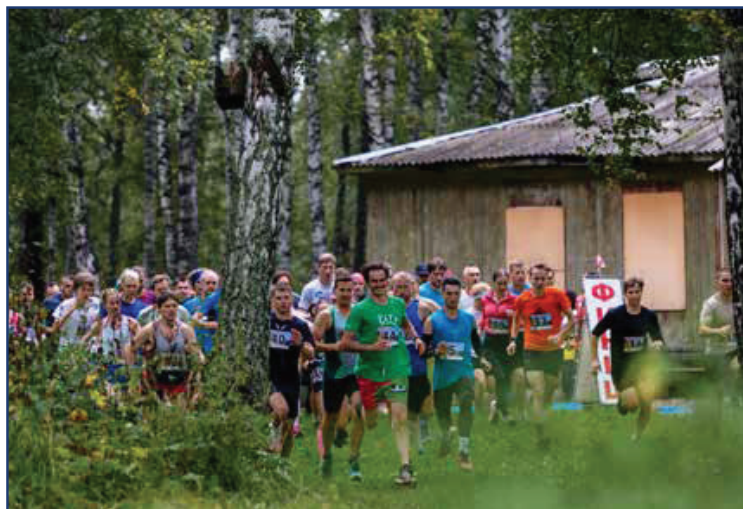
ЭНЕРГИЯ ИМПУЛЬС

№8 (462)

октябрь 2025 г.

ISSN: 2587-6317

Готовь лыжи летом: как тренируются спортсмены ИЯФ



Профсоюз ИЯФ уже много лет поддерживает лыжный спорт и другие активности сотрудников института. Спортивные мероприятия способствуют укреплению здоровья ияфовцев, улучшению морально-психологического климата в коллективе и развитию командного духа. Участники соревнований получают возможность не только улучшить физическую подготовку, но и провести время с коллегами в неформальной обстановке. Летний сезон для членов лыжного клуба ИЯФ оказался насыщенным. Какие мероприятия прошли в этот период, читайте на стр. 6.

Завершен производственный этап создания компонентов устройства для диагностики плазмы в ИТЭР

ИЯФ СО РАН входит в пул российских научных и производственных организаций, принимающих участие в реализации проекта международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР (*ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor, Франция*). На данный момент завершен один из первых производственно-технологических этапов изготовления диагностики — диверторного монитора нейтронного потока (ДМНП). Произведен комплект первоэлементов ДМНП, которые представляют собой коммутационные коробки, предназначенные для установки на теле вакуумной камеры ИТЭР для защиты и фиксации электрических линий связи (кабелей вывода электри-

ческого сигнала). Качество и точность изготовления всех элементов ИТЭР находятся на беспрецедентно высоком технологическом уровне, но при этом процесс контрольной сборки первоэлементов ДМНП настолько прост, что его можно сравнить с конструктором.

Задача международного экспериментального термоядерного реактора ИТЭР заключается в демонстрации возможности использования термоядерной энергии. По обновленному графику проекта запуск реактора и получение первой плазмы запланированы на 2033 г. Основой термоядерного реактора является магнитная ловушка закрытого типа — токамак (тороидальная камера с магнитными

катушками). Токамак ИТЭР будет состоять более чем из миллиона деталей и весить 23 тысячи тонн при высоте 30 метров.

Основными направлениями работ ИЯФ по проекту ИТЭР являются разработка, производство и интеграция диагностических портов ИТЭР (Экваториальный порт №11, Верхние порты №№ 2,7,8). Каждый из портов представляет собой систему, в состав которой входят диагностические защитные модули (ДЗМ) — крупногабаритные стальные структуры с разветвленной системой каналов водяного охлаждения и большим количеством оптических и вакуумных каналов для размещения диагностических систем токамака.

Продолжение на стр. 2

Завершен производственный этап создания компонентов устройства для диагностики плазмы в ИТЭР

Начало на стр. 1

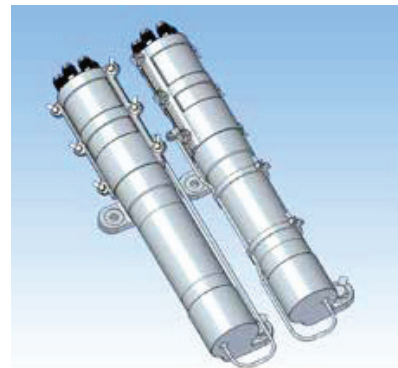
Основным конструкционным материалом для изготовления ДЗМ, как и для подавляющего большинства элементов будущего термоядерного реактора, является специальная аустенитная нержавеющая сталь 316L(N)-IG, разработанная для атомной энергетики. Второе направление — производство нейтронных диагностических систем, таких как Диверторный монитор нейтронного потока (ДМНП) и Вертикальная нейтронная камера (ВНК).

«Диверторный монитор нейтронного потока является частью диагностического комплекса ИТЭР, — прокомментировал научный сотрудник ИЯФ СО РАН **Дмитрий Евгеньевич Гавриленко**. — ДМНП будет измерять термоядерную мощность и полный нейтронный поток при работе во всех режимах установки. По сути при помощи этой диагностики можно управлять работой реактора и определять ее эффективность. Функция ДМНП понятная

и простая, хотя саму диагностику такой вряд ли можно назвать, как и любой элемент ИТЭР».

Проектирование установки ИТЭР — сложный и многоступенчатый процесс. Перед специалистами стоит экспериментальная задача — найти лучшие технологические решения, оптимизировать их, испытать при различных режимах работы реактора, оценить их эффективность, а потом реализовать в коммерческо-промышленных термоядерных реакторах, так называемых DEMO (DEMOstration Power Plant) реакторах.

«Работа в ИТЭР ведется по определенной схеме, — добавил советник дирекции ИЯФ СО РАН доктор физико-математических наук **Александр Владимирович Бурдаков**. — Создание любой конструкции или ее элемента начинается с эскизного проекта, на основании которого создается PDR (Preliminary design review) — предварительная версия, которую необходимо защитить. Для этого команда наших



Финальная модель диагностического модуля ДМНП.

специалистов едет в главную организацию ИТЭР во Францию, где выступает с защитой проекта. Комиссия слушает и вносит свои правки. После внесения исправлений в PDR он утверждается, и начинается этап защиты FDR (Final design review). Уже потом можно преступать к производству. Но и здесь нужно пройти многоступенчатое согласование. Начинается все с MRR (Machinery readiness review). На этом этапе мы показываем, что готовы к производству, то есть защищаем уже не изделие, а саму технологию.

Хроника значимых событий

60 лет назад, 5 октября 1965 года, в Государственном реестре открытий СССР зарегистрировано открытие академика Г. И. Будкера «Явление удержания плазмы в магнитном поле» за №30 с приоритетом от июля 1953 года.

30 лет назад, 18 октября 1995 года, Николаю Александровичу Винокурову присужден Международный приз им. Комптона от Центра синхротронного излучения «Advanced Photon Source» США.



Первоплазменные компоненты. Узел коммутационной сборки.

К слову, получив разрешение на производство, мы отчитываемся за каждую пройденную процедуру, она фиксируется и передается в головную организацию».

Один из важных элементов токамака ИТЭР, наличие которого отличает его от предыдущих версий подобных открытых магнитных систем, — дивертор. Это устройство разработано для отвода тепловых и нейтронных нагрузок со стенок реактора. Дивертор, или диверторная кассета, располагается в нижней части реактора, именно туда и стекают потоки плазмы. Этот элемент будет подвергаться тепловой нагрузке, в десять раз превышающей ту, что испытывает космический аппарат при входе в атмосферу Земли. ДМНП расположат под диверторной кассетой.

«Диверторная кассета защищает нашу диагностику от высокоэнергетичных нейтронов, — пояснил Д. Е. Гавриленко. — Поэтому отпала необходимость в интенсивном охлаждении устройства, что сильно упростило конструкцию. В целом, начиная с 2016 года, когда был создан первый макет, и до 2022 года, когда появился прототип №2, конструкция ДМНП сильно изменилась».

ПОЗДРАВЛЯЕМ

**Алексея Евгеньевича
ЛЕВИЧЕВА**

с защитой диссертации
на соискание ученой степени
доктора физико-математиче-
ских наук!



Задача поэтапного макетирования состоит в том, чтобы оценить правильность выбора тех или иных технических решений, определить технологический процесс изготовления и подготовиться к защите предварительного проекта. ИТЭР задает очень высокую планку качества изготовления, не каждая организация способна соответствовать этому уровню. Благодаря своей исследовательской инфраструктуре и наличию собственного экспериментального производства ИЯФ может выполнять поставленные требования.

«Первый макет ДМНП представлял собой два детекторных

узла, связанных общей системой водяного охлаждения. В каждом из детекторных узлов размещались ионизационные камеры деления с ураном-235 и -238 (название модулей — U5 и U8, соответственно), — добавил Д. Е. Гавриленко. — Тут надо отметить, что внешне простая диагностика, выглядящая как непропорционально большой бинокль (две трубы, связанные патрубками охлаждения посередине), имела внутри сложную и красивую начинку из винтовых турбулизаторов потока, гидравлических дросселей, борных экранов, внутренних объемов, заполненных инертными газами и узлов вывода электрических сигналов. Снаружи — пустая бочка, а внутри невероятная "умнота". С тех пор было изготовлено еще два прототипа ДМНП, после чего была успешно пройдена стадия защиты финального проекта. Теперь мы делаем финальное, "боевое", устройство — получается хорошо».

Дальше специалисты ИЯФ СО РАН будут собирать отдельные элементы корпуса диагностики ДМНП, размещать внутри ионизационные камеры с ураном, заваривать и соединять их с коммутационными коробками.

*Пресс-служба ИЯФ.
Фото Т. Морозовой
и Д. Гавриленко.*



Так выглядел второй прототип ДМНП.

Конференция RuPAC-2025

С 15 по 19 сентября 2025 года в Санкт-Петербурге прошла 29-я Международная конференция «Российская конференция по ускорителям заряженных частиц RuPAC-2025».

Мероприятие было организовано Научно-исследовательским институтом электрофизической аппаратуры имени Д. В. Ефремова и прошло в гостинице «Санкт-Петербург», напротив крейсера «Аврора». Два года назад конференцию принимал ИЯФ, и тогда наш институт собрал рекордное для всей серии конференций количество участников и докладов. Однако в этом году, во многом благодаря месту проведения, RuPAC побила оба рекорда и собрала более 360 очных участников.

Конференция прошла в трех конференц-залах, где было представлено более 140 устных сообщений. Кроме того, в холле было вывешено более 160 стендовых докладов в трех стендовых сессиях. Сотрудниками ИЯФ было представлено большое количество как устных, так и стендовых докладов.

В рамках конференции прошел конкурс на лучший доклад молодого ученого (до 35 лет). В результате серьезного конкурса (более ста участников – молодых ученых) двое научных сотрудников ИЯФ СО РАН стали его призерами. Первое место безоговорочно заняла **Марина Игоревна Бикчурина** с докладом «Применение ускорителя-тандема с вакуумной изо-



Евгений Борисович Левичев.

ляцией ВИТА для измерения сечений ядерных реакций», а третье место занял **Евгений Сергеевич Сандалов** с докладом «Исследование поперечной устойчивости интенсивного электронного пучка, генерируемого в линейном индукционном ускорителе, для проекта ЛСЭ-генератора ТГц-диапазона».

Член программного комитета конференции RuPAC-2025, заместитель директора ИЯФ СО РАН по научной работе, директор ЦКП «СКИФ» академик **Евгений Борисович Левичев** высоко оценил итоги мероприятия. «Конференция прошла на очень хорошем организационном уровне. И оформление залов, и презентация материалов, и стендовые доклады — всё выглядело достойно, да и виды на Петербург из окон гостиницы открывались прекрасные. RuPAC представляет собой квинтэссенцию того,

что делается в различных институтах и научных лабораториях РФ по теме ускорителей заряженных частиц. И когда более 300 участников собираются вместе и начинают представлять свои доклады, сразу становится видно, как много в нашей стране делается по этому направлению науки. Самые интересные доклады, на мой взгляд, касались больших флагманских проектов. Это коллайдер NICA, который находится в стадии запуска в Дубне и наш проект "СКИФ", запуска которого тоже все с нетерпением ждут, особенно в связи с долгим перерывом, когда наша страна не могла позволить себе производить масштабные установки. ИЯФ и Курчатовский институт были представлены довольно большими командами. Мы обсуждали сотрудничество, которое уже имеем сейчас по проектам КИСИ (Курчатовский источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов". — *Прим. ред.*) и ТНК (Технологический накопительный комплекс. — *Прим. ред.*). Большое внимание было уделено проектам, с которыми связано будущее ускорительной науки. Это научный проект "СИЛА" и РИФ (синхротрон "Русский источник фотонов". — *Прим. ред.*), в которых ИЯФ, конечно, будет принимать участие».

Победительница конкурса молодых ученых RuPAC-25 старший научный сотрудник ИЯФ к.ф.-м.н.



Марина Бикчурина работает в ИЯФе с 2018 года. Она пришла в команду БНЗТ студенткой третьего курса физфака НГУ. Сначала занималась изучением выхода нейтронов из литий-нейтронгениерирующей мишени, позже перешла на измерение сечения взаимодействия протон-литий и стала углубляться в эту тему. «Я рассказывала об опыте нашей команды по измерению ядерных сечений с помощью ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией ВИТА — о первых шагах в этой области, новых результатах и дальнейших планах. В этом направлении мы работаем относительно недавно, в основном занимаемся бор-нейтронозахватной терапией. Мне понравилась дискуссия, которая последовала после моего выступления. Было много вопросов, и это приятно. Кроме того, уже в кулуарах, мне дали пару рабочих рекомендаций, которые мы постараемся реализовать с нашей командой», — рассказала М. Бикчурина.

Общее впечатление о RuPAC-25 у исследовательницы положительное. «Было интересно послушать пленарные доклады, узнать, что сейчас происходит в ускорительной физике, каким образом будут модернизированы некоторые установки и какие новые устройства будут создаваться. Получилось также пообщаться с коллегами из разных институтов, сравнить опыт работы и поделиться мнениями, например, в части прохождения бюрократических процедур. У меня в ос-



*Награждение победителей конкурса молодых ученых RuPAC-25.
Марина Бикчурина и Евгений Сандалов — в центре.*

новом интересовались темой БНЗТ, что неудивительно на фоне ожидаемого ввода в эксплуатацию установки в НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина», — прокомментировала М. Бикчурина.

Компактный источник нейтронов нового поколения ВИТА — уникальная физическая установка Института ядерной физики, которая используется для развития методики БНЗТ и имеет большие перспективы. «Мне кажется, в дальнейшем ВИТА будет развиваться в нескольких направлениях. Первое — клиническое. Скорее всего, в будущем она станет проще, компактнее и благодаря этому — доступнее для воспроизводства и внедрения в медицинские центры. И второе направление — научное. Она может открывать интересные

возможности для новых направлений исследований. Например, сейчас у нас в ИЯФе разрабатывается компактный источник быстрых нейтронов, который будет полезен для материаловедения. Что касается нашей команды, мы планируем определить полное сечение, поэтому расширили возможность измерения под многими углами и закупили дополнительное оборудование. Дальше хотим попробовать магнитное отклонение, улучшить сигнал. Кроме того, есть мечта поработать с пучком альфа-частиц на установке», — поделилась М. Бикчурина.

*Максим Кузин,
Юлия Ключникова.*

Фото: оргкомитет RuPAC-25.



ГОТОВЬ ЛЫЖИ ЛЕТОМ

Весна и лето 2025 года оказались для лыжного клуба ИЯФ насыщенными и продуктивными сезонами. В этот период члены клуба организовали и провели пять спортивных мероприятий, в которых принял участие 51 сотрудник института, а также их родные. Соревнования включали в себя легкоатлетическую эстафету, три кросса и велокросс — всё это подчеркивает разнообразие спортивной деятельности, направленной на поддержание физической формы участников и укрепление командного духа.

Особого уважения заслуживают участники, которые не пропустили ни одного события. Это **Дмитрий Иванов, Константин Лотов, Игорь Лотов и Олег Шевченко**. Их дисциплинированность и активная жизненная позиция служат ярким примером того, как можно совмещать работу и спорт. Лыжный клуб выражает им искреннюю благодарность за участие и вовлеченность в мероприятия.

По итогам летнего этапа соревнований в командном кубке первое место заняла команда «ЭП» (184 балла), второе — команда «Ускорители» (148 балла), третье — команда «ФВЭ» (113 балла) и четвертое — команда «Плазма» (84 балла).



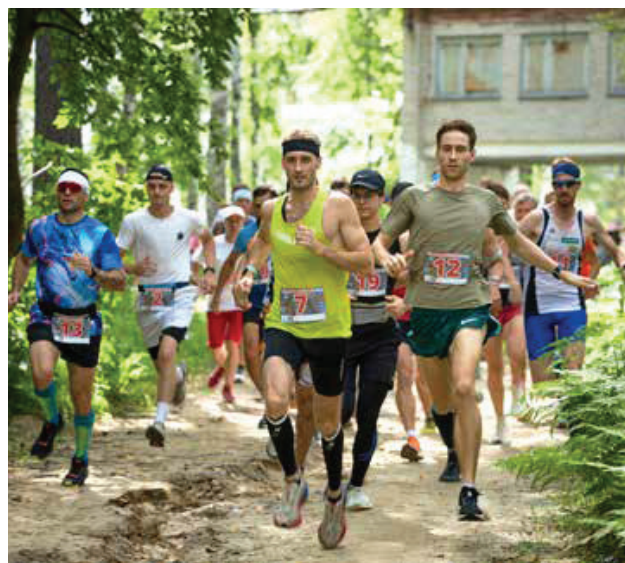
Профсоюз ИЯФ поддерживает не только лыжный спорт, но и такие направления, как велоспорт и легкая атлетика. Эти мероприятия способствуют укреплению здоровья сотрудников, улучшению морально-психологического климата в коллективе и развитию командного духа. Участники соревнований получают возможность не только улучшить свою физическую подготовку, но и провести время с коллегами в неформальной обстановке. Стоит отметить, что с этого года в наших стартах принимают участие не только ияфовцы, но и члены Новосибирской местной организации (НМО) профсоюза РАН.



Соревновательная активность клуба продолжилась осенью. В сентябре прошли легкоатлетическая эстафета (3 сентября), велокросс (7 сентября) и кросс «Золотая осень» (14 сентября).

В летний и осенний периоды многие лыжники прибегают к велосипедным тренировкам, которые позволяют им не только сохранить хорошую физическую форму, но и активно и разнообразно провести время.

7 сентября любители погонять на велосипедах собрались на стартовой поляне, где состоялась традиционная велогонка ИЯФ. В этот раз в велогонке участвовали 88 человек,



из них 15 ияфовцев, остальные — велосипедисты-любители из Советского района Новосибирска и институтов СО РАН. Зачет подводился в 12 номинациях с различными дистанциями, среди взрослых, детей, мужчин и женщин. Также отдельно награждались победители из состава профсоюза ИЯФ.

Среди сотрудников нашего института победителями стали: **Василий Маркс** (первое место среди мужчин ИЯФ), **Елена Михеенко** (первое место среди женщин ИЯФ, в том числе в абсолютном зачете), **Варвара Долбак** (первое место среди старших девочек ИЯФ, в том числе в абсолютном зачете) и **Степан Долбак** (первое место среди младших мальчиков ИЯФ).

14 сентября на лыжной базе ИЯФ им. В. Е. Пелеганчука состоялся кросс «Золотая осень», участниками которого стали 119 человек. Всем, кто хотел провести свой выходной в спортивном ключе, было предложено несколько беговых дистанций, каждую из которых лыжный клуб ИЯФ подготовил заблаговременно. Это трассы на 5 км, на 11 км и, для самых выносливых, на 22 км. (Стоит отметить, что трасса длиной 22 км — это более полутора часов непрерывного бега без потери скорости, поэтому если ваш коллега смог пробежать эту дистанцию, то это отдельная причина им гордиться).



В мужском зачете на дистанции 11 км самым быстрым оказался **Алексей Колесников**, а на дистанции 22 км — **Василий Маркс**. В женском зачете лидирующая позиция на дистанции 5 км — у **Елены Зенковой**, а на дистанции 11 км — у **Евгении Чиркиной**.

Так как первенство было открытым, то помимо сотрудников ИЯФ на соревновании присутствовало большое количество гостей, некоторые даже приехали из других городов, чтобы насладиться нашими замечательными трассами. После изнурительных испытаний участников ждал традиционный сладкий чай с сухариками. Надо же как-то избавлять организм от стресса!

Деятельность лыжного клуба ИЯФ — это непрерывная череда мероприятий, которые требуют планирования, подготовки и значительных ресурсов. В этой связи важную роль играет поддержка со стороны профсоюза института. ЛК ИЯФ благодарит профсоюзный комитет института за финансовую помощь и организационную поддержку, без которой проведение столь масштабных мероприятий было бы невозможным. А достижения сотрудников института подтверждает, что усилия профсоюза по развитию спорта — оправданы!

*Подготовил Василий Балакин.
Фотоотчеты с мероприятий —
на сайте профсоюза ИЯФ..*



Кто получил Нобелевскую премию по физике в 2025 году?

С 6 по 13 октября прошла Нобелевская неделя, в течение которой Шведская королевская академия наук объявила имена исследователей, удостоенных Нобелевской премии.

В области медицины и физиологии лауреатами стали Мэри Брунков, Фред Рамсделл и Шимон Сакагучи за исследования иммунитета, которые могут быть полезными для разработки методов лечения рака и аутоиммунных заболеваний. Нобелевскую премию по химии присудили Сусуму Китагава, Ричарду Робсону и Омару Ягхи за разработку металлоорганических каркасов. Открытия ученых позволили сконструировать десятки тысяч различных вариантов металлоорганических соединений, важных для решения глобальных проблем с окружающей средой. Премию в области литературы получил венгерский писатель Ласло Краснахоркаи «за его захватывающие и визионерские сочинения, которые посреди апокалиптического ужаса подтверждают силу искусства». Критики называют его произведения антиутопическими притчами.

Нобелевская премия по физике за 2025 год присуждена «за открытие макроскопического квантово-механического туннелирования и квантования энергии в электрической цепи». Ее лауреатами стали Джон Кларк, Мишель Деворе и Джон Мартинис.

Достижения, за которые выдана Нобелевская премия по физике в этом году, позволяют развивать следующее поколение квантовых технологий, в том числе квантовые криптографию, компьютеры и датчики. Работы лауреатов превратили квантовые вычисления из чисто академической дисциплины в стремительно развивающуюся



юся технологическую область.

Квантовое туннелирование — это эффект, при котором квантовые частицы могут проходить через барьеры, высота которых больше, чем энергия частиц. Это своего рода прохождение какого-то объекта сквозь стену. Благодаря ему квантовые системы могут переходить из одного состояния в другое, более выгодное, даже если плавный переход между этими состояниями требует пройти через высокоэнергетическое промежуточное состояние («холм»), а энергии системы заведомо не хватает, чтобы это промежуточное состояние достигнуть. Этот процесс невозможен в классической механике, но допускается в квантовой. Вероятность того, что частица сможет пройти энергетический барьер, зависит от высоты этого барьера, начальной энергии частицы и других параметров системы. При большом числе частиц квантово-механические эффекты обычно становятся незначительными.

Эксперименты лауреатов показали, что квантово-механические свойства можно конкретизировать в большом масштабе. В 1984 и 1985 годах ученые провели эксперименты с электронной цепью, построенной из сверхпроводников — компонентов, способных проводить ток без электрического сопротивления. В

цепи сверхпроводящие компоненты были разделены тонким изолирующим слоем. Измеряя различные свойства цепи, физики смогли контролировать и исследовать явления, возникающие при пропускании через нее тока. Заряженные частицы, идущие через сверхпроводник, составляли систему, которая вела себя так, как если бы они были единой частицей, заполняющей всю цепь.

Эта макроскопическая система, подобная единой частице, изначально находится в состоянии, в котором ток протекает без напряжения. Система оказывается запертой в этом состоянии, словно за барьером, который она не может преодолеть. В эксперименте система проявляет свою квантовую природу, преодолевая состояние нулевого напряжения посредством туннелирования. Изменение состояния системы регистрируется по появлению напряжения.

Лауреатам также удалось показать, что система ведет себя так, как предсказывает квантовая механика — она квантуется, то есть поглощает или испускает только определенное количество энергии.

«Чудесно наблюдать за тем, как квантовая механика, теория возрас- том в век, продолжает приносить новые сюрпризы. Она также чрезвычайно полезна, потому что квантовая механика — основа цифровых технологий», — заявил председатель Нобелевского комитета по физике Олле Эрикссон.

Церемония награждения лауреатов пройдет 10 декабря в Стокгольме.

*По материалам «Интерфакс».
Фото: Нобелевский комитет.*