



# НАУКА СОДРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Газета выходит с ноября 1957 года № 34 (4174) Пятница, 30 августа 2013 года



**Европейская школа по экзотическим пучкам отмечает свое 20-летие в ОИЯИ на базе Лаборатории ядерных реакций имени Г. Н. Флерова.**

Школа проводится ежегодно начиная с 1993 года. Первоначально она финансировалась Европейским Союзом и проходила в городе Левен, Бельгия. Начиная с 2000 года Европейская школа по экзотическим пучкам проводится в различных европейских городах, объединяя вместе ведущих ученых и порядка 60 молодых специалистов со всего мира.

Школа ориентирована на аспирантов и молодых кандидатов наук, которые работают в областях, связанных с экзотическими пучками. Занятия традиционно состоят из нескольких лекционных и практических курсов, а также посещения лабораторий. Лекции, освещающие научные направления начиная с базового уровня, читаются специалистами в предметных областях. В первый день работы школы заместитель директора ЛЯР А. Г. Попеко (на снимке Елены ПУЗЫНИНОЙ) рассказал об экспериментах со сверхтяжелыми элементами.

## Летняя школа по информационной безопасности

19–21 августа в Конгресс-центре особой экономической зоны «Дубна» проходила летняя школа «Развитие СТФ в России» (СТФ – соревнования, проводимые по международным правилам Capture the Flag). Ее инициировали и провели межрегиональная общественная организация «Ассоциация руководителей служб информационной безопасности» (АРСИБ) и ОЭЗ ТВТ «Дубна» при поддержке оргкомитета RuCTF.

В школе приняли участие, кроме студентов университета «Дубна», будущие специалисты по информационной безопасности вузов Самары, Владимира, Ярославля, Новосибирска. А в качестве лекторов были приглашены авторитетные в сфере защиты информации эксперты-практики именитых компаний. Так что в течение трех дней в Конгресс-центре можно было наблюдать, как дружески беседуют ведущие эксперты в области ИБ, например руководители службы информационной безопасности компаний Bayer, Microsoft, Red Hat или ESET и те, кто стремится освоить эту сферу деятельности, активные интернет-пользователи.

На открытии генеральный директор ОЭЗ ТВТ «Дубна» Максим Прачик отметил важность того, что мероприятие организовано и проходит на территории особой экономической зоны.

– Совсем недавно здесь состоялась крупная конференция на тему инноваций в информационных технологиях. Это не случайно – у нас более 40 компаний-резидентов ИТ-направленности, в которых работает в основном молодежь, студенты университета «Дубна», молодые ученые, участвующие в том числе в проектах по компьютерной безопасности, – сказал он. – Я уверен, что первая летняя школа будет иметь продолжение, а ОЭЗ «Дубна» ста-

нет дискуссионной площадкой для обсуждения всех новшеств, проблем и достижений в области защиты информации.

Виктор Минин, председатель правления АРСИБ, человек, внесший большой вклад в организацию и проведение соревнований СТФ и в целом российского движения СТФ, приветствуя участников летней школы в Дубне, подробно рассказал об этапах и навыках, которыми должны обладать участники соревнований, статистике развития RuCTF.

Затем перед участниками школы с лекциями выступили представители компаний Red Hat, «Анализ защищенности» и группы компаний «Информзащита». Ведущие эксперты в области информационной безопасности рассказали, как взламывают смартфоны, похищают деньги с кредитных карт, о брешах в безопасности, а главное – как защититься от всего этого.

*(Окончание на 8-й стр.)*

Наш адрес в Интернете – <http://jinrmag.jinr.ru/>

# ОИЯИ-ВМВФ: В ВЫИГРЫШЕ ОБОЕ СТОРОНЫ

19-20 августа в ЛНФ ОИЯИ проходило организованное в рамках сотрудничества ОИЯИ-ВМВФ рабочее совещание «Развитие приборной базы для источников нейтронов с длинным импульсом». Для обсуждения современных тенденций развития установок по рассеянию нейтронов на импульсных источниках в Дубне собрались специалисты, работающие в исследовательских центрах Германии, России и ОИЯИ.

Итоги совещания сегодня подводит координатор сотрудничества с немецкой стороны **Александр Иоффе** (Исследовательский центр в Юлихе):

Современный мир меняется очень быстро, и этой динамике необходимо соответствовать. Мы и собрались на это совещание, чтобы переосмыслить ход нашего долговременного сотрудничества, понять, что делать дальше. Модернизированный реактор ИБР-2 ОИЯИ, несомненно, составляет существенную часть европейского нейтронного ландшафта, и в интересах немецкого нейтронного сообщества использовать его возможности в своих целях.

А цели эти меняются вместе с изменением научного ландшафта в Европе, вызванного принятием решения о строительстве Европейского нейтронного источника ESS в шведском Лунде. Бюджет этого проекта составит 1,8 млрд евро. Последний из нейтронных источников в



На снимке Павла КОЛЕСОВА: участники совещания в экспериментальном зале ИБР-2.

Европе был построен в 1972 году. Ввод ESS запланирован на 2019 год, а выход на полную мощность – на 2026-й. В этом проекте будет реализован относительно новый тип источника – импульсный, но построенный на другом, нежели реактор ЛНФ, принципе работы. Общим для этих двух установок станет длинный по времени нейтронный импульс: на ESS он составит 3 миллисекунды, у модернизированного ИБР-2 – 0,3 миллисекунды, в то время как у других нейтронных источников – десятки микросекунд. На сегодня модернизированный реактор ЛНФ остается самым длинноимпульсным источником в мире, а также высококачественным и надежным современным источником нейтронов.

Чтобы полностью использовать открывающиеся возможности ESS, специалисты, занимающиеся разработкой экспериментальной базы нового источника, должны протестировать новые приборы на других реакторах. Работа по разработке концепции приборной базы уже идет в европейских странах. В европейском и, в частности, в немецком нейтронном сообществе существует определенный интерес к возможности тестирования создающихся прототипов этих приборов или их компонент на относительно длинном импульсе реактора ИБР-2.

С другой стороны, сотрудничество между Германией и ОИЯИ в области нейтронной физики сегодня ба-

зируется на использовании ряда установок ЛНФ, созданных 20 лет назад и, это общепризнанная точка зрения немецких и дубненских ученых, требующих существенной модернизации, которая позволит включить в себя современные знания и технологические возможности. Таким образом, в нашей кооперации возникает возможность обновить существующие приборы, чтобы они стали прототипами для ESS. Это абсолютно обоюдовыгодная ситуация, когда в выигрыше оказываются обе стороны.

Для того чтобы скоординировать эту деятельность, которая в Европе бурно развивается и потребует первых результатов уже в ближайшем времени, в Дубну приехали десять специалистов ряда исследовательских центров Объединения Гельмгольца и нескольких университетов Германии. Вместе с российскими коллегами они провели рабочее совещание, на котором рассмотрели возможности такой кооперации. Два дня совещания были насыщены

докладами и обсуждениями, в которых участвовали именно те люди, которые хотят что-то сделать. В итоге выкристаллизовались несколько направлений, где проявляется наибольшая заинтересованность, были созданы рабочие группы, уже начавшие работу, составлен план работ на ближайшее время. Направления нашей совместной деятельности следующие: новые методы нейтронной радиографии; дифрактометр нового типа для исследования материалов, используемых в промышленности; малоугловое рассеяние нейтронов и рефлектометрия высокого разрешения с целью исследования крупномасштабных молекулярных объектов (в биологии, медицине, материаловедении); дифрактометрия в реальном времени для исследования кинетики химических и медико-биологических процессов; разработка новых типов нейтронных детекторов. В результате нашей кооперации в ЛНФ будут созданы новые установки по нейтронной радиографии, малоугловому рассеянию и рефлектометрии высокого разрешения, новый инженерный дифрактометр.

Времени мало, программа работ очень напряженная. Я считаю, Дубна получила уникальную возможность внести свой вклад в создание нового европейского источника нейтронов.

Ольга ТАРАНТИНА



**НАУКА  
СОТРУДНИЧЕСТВО  
ПРОГРЕСС**

Еженедельник Объединенного института  
ядерных исследований

Регистрационный № 1154

Газета выходит по пятницам

Тираж 1020

Индекс 00146

50 номеров в год

И. о. редактора Г. И. МЯЛКОВСКАЯ

#### АДРЕС РЕДАКЦИИ:

141980, г. Дубна, Московской обл., ул. Франка, 2.

#### ТЕЛЕФОНЫ:

редактор – 62-200, 65-184;

приемная – 65-812

корреспонденты – 65-181, 65-182.

e-mail: dnsp@dubna.ru

Информационная поддержка –

компания КОНТАКТ и ЛИТ ОИЯИ.

Подписано в печать 28.08.2013 в 15.00.

Цена в розницу договорная.

Газета отпечатана в Издательском отделе  
ОИЯИ.

# Суперсимметрии и квантовые симметрии

С 29 июля по 3 августа в Лаборатории теоретической физики проходило очередное Международное рабочее совещание «Суперсимметрии и квантовые симметрии» (SQS'2013). По просьбе редакции организаторы подробно рассказали о работе совещания и его итогах.



С 1989 года по инициативе профессора В. И. Огиевского в Лаборатории теоретической физики имени Н. Н. Боголюбова стали проводиться рабочие совещания «Суперсимметрии и квантовые симметрии» (SQS). В 1993 году они приобрели статус международных. С 1996 года, после ухода из жизни Виктора Исаковича, совещания проходят раз в два года как память о выдающемся вкладе этого замечательного ученого в теоретическую физику. Их тематика традиционно включает направления исследований, особенно привлекавшие В. И. Огиевского, такие как теория струн, квантовые группы, теории великого объединения и др. Этот круг вопросов по-прежнему остается в центре внимания всех работающих в современной теоретической физике.

В этом году совещание было особенно представительным и результативным. В работе SQS'2013 приняли участие 130 ученых, представлявших Австралию, Армению, Бельгию, Болгарию, Великобританию, Германию, Грецию, Индию, Испанию, Италию, Перу, Польшу, Россию, Сербию, США, Украину, Францию, Чехию, Чили и Японию. Среди них – ведущие специалисты в области теории элементарных частиц, суперсимметричной квантовой теории поля, гравитации и теории струн, некоммутативной геометрии и теории интегрируемых систем. Достаточно назвать такие имена, как Александр Белавин (Черноголовка), Михаил Васильев (ФИАН), Георгис Зупанос (Технический Университет, Афины), Владимир Добрев (Институт ядерных исследований, София), Аугусто Саньотти (Университет Пизы), Келлог Стелл (Импи-

риел Колледж, Лондон), Эрик Бергсхофф (Университет Гренингена), Аркадий Цейтлин (Импириел Колледж, Лондон и ФИАН), Александр Замолодчиков (Ратгерс и Черногловка), Дмитрий Сорокин (Падуанский Университет), Пьетро Фре (Университет Турина), Ежи Лукерски (Университет Вроцлава), Иосиф Бухбиндер (Томский Университет), Нобору Кавамото (Университет Хоккайдо), Олаф Лехтенфельд (Университет Ганновера) и др.



Характерная черта совещаний SQS – это высокая активность талантливых молодых исследователей как из России, так и из стран ближнего зарубежья, способствующая укреплению и развитию славных традиций российской (и советской) школы теоретической физики и поддержке преемственности в ней. Этот год не стал исключением, для уча-

ствия в SQS'2013 в Дубну приехали молодые ученые Москвы, Санкт-Петербурга, Томска, Иваново, Харькова, Киева, Минска и Еревана. В совещании также участвовала научная молодежь из теоретических центров других стран и ОИЯИ.

На SQS'2013 были представлены 92 доклада, из них – 35 пленарных и 57 секционных. Они были посвящены таким актуальным вопросам, как теория суперструн, квантовые и геометрические аспекты суперсимметричных теорий, теории высших спинов, суперсимметричные интегрируемые модели, квантовые группы и некоммутативная геометрия, Стандартная модель и ее суперсимметричные расширения.

Эти проблемы находятся на переднем крае исследований в теоретической и математической физике, и их решение должно значительно приблизить нас к разгадке тайн мироздания – как на уровне микромира, так и в космологических масштабах. В частности, изучение суперсимметричных моделей квантовой теории поля в различных размерностях, включая теории с высшими спинами, может многое сказать о структуре фундаментальной теории, которая, по существующим воззрениям, «живет» в одиннадцатимерном пространстве-времени. Такие исследования, в качестве побочного продукта, приводят к созданию новых физико-теоретических и математических методов, которые в дальнейшем могут найти применения не только в физике элементарных частиц.

Ниже дан краткий обзор (по нашему несколько субъективному выбору) основных результатов, доложенных на совещании.

В докладах, посвященных **теории суперструн и M-теории**, обсуждались актуальные сейчас вопросы формулировки и систематизации теорий этого типа на классическом и квантовом уровнях, а также выявления внутренних связей между этими теориями. В докладе **А. Цейтлина** (Лондон, Москва) были представлены спектр состояний, S-матрица и дисперсионные соотношения для суперструны в  $AdS_3 \times S^3$  пространстве как прототипа суперструны на  $AdS_3 \times S^5$ . **Д. Сорокин** (Падуя) показал эквивалентность суперструны Грина-Шварца и так называемой чисто спинорной суперструны в  $AdS_3 \times S^5$ , что делает возможным проведение квантовых вычислений во второй формулировке, которая многое упрощает. В докладе **А. Тсуция** (Шизуока) рассматривалась лоренцева версия матричной модели IIB типа, в частности была изучена

(Окончание на 4–5-й стр.)

(Окончание. Начало на 3-й стр.)

возможность применения в ней инфракрасного обрезания, а также представлены интересные феноменологические следствия этой модели. Доклад **Д. Уварова** (Харьков) был посвящен вопросам интегрируемости уравнений бран на  $AdS_4 \times CP^3$  фоне и их различных редукций. Эти проблемы в настоящее время вызывают большой интерес у специалистов в области теории струн. **П. Туркин** (Париж) рассказал о недавних применениях топологических методов для анализа ультрафиолетовых свойств амплитуды в теории струн и супергравитации. В докладе **А. Томазелло** (Милан) была продемонстрирована эффективность использования голографических методов при изучении суперсимметричных теорий в искривленном пространстве и анализе их связей с суперструнами.



С. Кузенко

В докладах, посвященных **квантовым и геометрическим аспектам суперсимметричных теорий**, обсуждались как многомерные суперсимметричные модели, так и одномерные системы, играющие важную роль в квантово-механическом анализе теорий такого типа. В докладах **Э. Бергсхоффа** (Гронинген) и его сотрудников (М. Ковачевич и др.) обсуждались свойства интенсивно развиваемой в последнее время нерелятивистской супергравитации Ньютона-Картана, а также массивных супергравитаций в трех измерениях. **К. Стелл** (Лондон) анализировал прогресс в исследовании ультрафиолетовых расходимостей в суперсимметричных теориях на основе совместного использования суперполевого метода, метода фонового поля и топологических методов. В докладе **И. Бухбиндера** (Томск) была представлена не известная ранее суперполевая формулировка  $N=4$  суперсимметричной теории Янга-Миллса с калиброванным центральным зарядом. Эта

теория вызывает повышенный интерес в связи с ее свойством ультрафиолетовой конечности и важнейшей ролью в  $AdS/CFT$  соответствии. Доклады **И. Самсонова** (Томск) и **С. Сидорова** (ЛТФ) были посвящены применению суперполевых методов для построения и анализа теорий с глобальной суперсимметрией на искривленных многообразиях различной размерности. В докладах **С. Кузенко** и **Г. Тартальнино-Мазукелли** (Перт), а также **Д. Баттера** (Амстердам) были представлены недавние результаты этих авторов по суперполевым моделям конформной супергравитации в трех и четырех измерениях.

Интересный доклад сделал **Л. Борк** (Москва) по его недавней совместной работе с Д. Казаковым и Д. Власенко (ЛТФ), посвященной анализу квантовых петлевых амплитуд в шестимерной калибровочной суперсимметричной теории, аналоге  $N=4$  суперсимметричной теории Янга-Миллса. Важные свойства амплитуд в обеих теориях обнаруживают удивительное сходство, несмотря на ряд принципиальных различий между этими теориями. **А. Котиков** (ЛТФ) на основе серии совместных работ с Л. Липатовым (Санкт-Петербург) дал обзор квантовых свойств померона в  $N=4$  суперсимметричной теории Янга-Миллса в режимах сильной и слабой связи. В докладе **О. Лехтенфельда** (Ганновер) излагалось современное понимание принципиальных вопросов квантования калибровочных теорий. В частности, было предложено решение известной проблемы Грибова в рамках БРСТ квантования.

**Теория полей высших спинов** обсуждалась в докладах многих участников. Эта теория тесно связана с теорией струн: есть серьезные основания полагать, что последняя является спонтанно нарушенной фазой первой. Одним из основателей современной теории высших спинов является **М. Васильев** (Москва). В своем многоплановом докладе он дал обзор недавних результатов, касающихся построения алгебры симметрий высших спинов в многочастичных системах и их связи с аналогичными симметриями, следующими из теории струн. Близкий по теме доклад представила **О. Гельфонд** (Москва), которая, используя твисторный подход, построила операторную алгебру свободных конформных токов в теории высших спинов. Описание полей материи в теориях конформной гравитации в обычном подходе и в подходе с высшими производными было темой доклада **Р. Мецаева** (Москва). **К. Алкалаев** (Москва)

посвятил свой доклад динамике полей высших спинов в двумерном пространстве анти-де-Ситтера. Эта теория интересна тем, что многие результаты в ней можно представить в явном замкнутом виде. С другой стороны, она может рассматриваться как размерная редукция теорий высших спинов в более высоких размерностях.



А. Замолодчиков

В докладах **Д. Франчи** (Пиза) и **Е. Лукерски** (Вроцлав) были представлены новые теории полей высших спинов, взаимодействующих с электромагнитным фоном. Д. Франча рассматривал систему полей высших спинов, описываемую лагранжианом максвелловского типа, тогда как Е. Лукерски изучал систему высших спинов, исходя из так называемой симметрии Максвелла, то есть с алгебраической точки зрения. **Ю. Зиновьев** (Протвино) представил свои последние результаты по развиваемой им теории самодействующего массивного поля спина 2 в формализме Фрадкина-Васильева.

**Интегрируемые модели, квантовые группы и некоммутативная геометрия** были темой многих докладов. **А. Замолодчиков** (Ратгерс, Черноголовка) рассказал об идее применения шестого уравнения Пенлеве для анализа конформных блоков в двумерных интегрируемых теориях. На нескольких примерах была продемонстрирована эффективность нового метода. С использованием метода факторизации в докладе **Г. Бооса** (Вупперталь) описана скрытая фермионная структура корреляционных функций интегрируемых спиновых цепочек. **А. Белавин** (Черноголовка) в своем докладе показал, что корреляционные функции в гравитации Лиувилля удовлетворяют струнному уравнению Дугласа и уравнению Кортвега де Фриза. Это наблюдение может оказаться важным для дальнейшего понимания недавно обнаруженной новой дуальности между

двумерными конформными теориями поля и четырехмерными суперсимметричными калибровочными теориями. В докладе **А. Нерсесяна** (Ереван) были суммированы результаты изучения суперинтегрируемости в моделях (супер)конформной механики, описывающих динамику частиц вблизи горизонта событий экстремальной черной дыры. Такие модели реализуют простейший вариант AdS/CFT соответствия. Доклад **М. Димитриевич** (Белград) был посвящен формулировке гравитации как некоммутативной калибровочной теории, в которой поправки второго порядка по параметру деформации определяются отображением Зайберга-Виттена.

В докладах, касающихся **Стандартной модели и теории гравитации и их обобщений**, обсуждались как современные экспериментальные данные по элементарным частицам, так и актуальные сейчас космологические результаты и проблемы. **К. Мунос** (Мадрид) дал детальный обзор современного феноменологического статуса суперсимметричных теорий великого объединения и возможностей проверки их предсказаний в будущих экспериментах на Большом адронном коллайдере в ЦЕРН. В близком по теме докладе **Г. Зупанос** (Афины) заострил внимание аудитории на возникающих проблемах в единых теориях, в частности в минимальной суперсимметричной стандартной модели, и обсудил возможные пути их преодоления. Во взаимосвязанных ин-



К. Мунос

тересных докладах **А. Саньотти** (Пиза) и **П. Фре** (Турин) рассматривался вопрос о возможности интерпретации недавно построенных интегрируемых космологических систем скалярного поля в рамках суперструнных и супергравитационных теорий. Эти доклады основаны на совместных работах с **А. Соринным** (ЛТФ). В докладах **А. Филиппова** и **Е. Давыдова** (ЛТФ) рассматривались аффинные теории гравитации в многомерном пространстве-времени с симметричной связностью и изучались соответствующие динамические системы, которые могут иметь интересные приложения в космологии. Доклад **С. Вернова** (Москва) был посвящен космологическим решениям в нелокальных гравитационных моделях.

Из-за недостатка места в газетной статье мы оставили «за кадром» многие другие интересные

доклады, представленные на совещании. Сборник трудов совещания SQS'2013 будет опубликован в 2014 году издательским отделом ОИЯИ, но большинство докладов можно найти уже сейчас на сайте <http://theor.jinr.ru/sqs13>.

Результаты совещания еще раз продемонстрировали перспективность теории струн, суперсимметрии и квантовых симметрий для прогресса в современной теоретической физике, а также плодотворность международного сотрудничества, включая осуществляемое в ОИЯИ. Многие доклады были основаны на результатах такого сотрудничества. И, конечно, в ходе работы совещания обсуждались планы новых совместных проектов. Большинство участников собирается приехать через два года на SQS'2015.

Организационный комитет благодарен персоналу Лаборатории теоретической физики, международного и издательского отделов, а также УГРК за неоценимую помощь в успешном проведении конференции. Совещание не могло бы состояться без финансовой поддержки со стороны ЛТФ ОИЯИ, Российского фонда фундаментальных исследований, программы поддержки научных конференций фонда «Династия», международных программ «Гейзенберг-Ландау», «Блохинцев-Вотруба» и «Боголюбов-Инфельд».

**Е. ИВАНОВ,**  
председатель оргкомитета,  
**С. ФЕДУРУК,**  
ученый секретарь SQS'2013,  
фото Павла КОЛЕСОВА



# Функциональные материалы: реальность и перспективы

Вторая премия ОИЯИ в области научно-методических исследований была присуждена за цикл работ «Комплексный метод исследования перспективных функциональных материалов с помощью квантовой химии, нейтронного рассеяния и оптической спектроскопии» (авторы В. Ю. Казимиров, М. Б. Смирнов, А. М. Балагуров, И. Натканец). Сегодня мы знакомим читателей с этими исследованиями.

Под термином «функциональные материалы» понимают широкий класс веществ, которые используются в самых разнообразных областях современной жизни: от микроэлектроники до космических исследований и обладают вполне определенными, желателно настраиваемыми, физическими и химическими свойствами. К таким материалам, в частности, могут быть отнесены композиты, сплавы, полимерные соединения. Создание оптимального материала требует усиления или подавления каких-либо свойств в уже имеющемся материале («тюнинг») и невозможно без привлечения современных экспериментальных и теоретических подходов. Для понимания процессов, приводящих к появлению тех или иных свойств конкретного вещества, надо знать его атомную структуру, которую можно назвать «фотографией» последствий взаимодействия различных элементов структуры к моменту ее окончательного формирования. Имея такую «фотографию», можно целенаправленно менять свойства материала.

Для ПОЛУЧЕНИЯ информации об атомной структуре широко используются дифракционные методы, оптическая спектроскопия, электронная микроскопия и другие. Несмотря на то что к настоящему времени эти экспериментальные методы хорошо развиты, обойтись без привлечения теоретических (модельных) представлений, как правило, не удастся. Продолжим аналогию с фотографией: на черно-белом снимке бывает сложно понять, какого цвета тот или иной объект. С другой стороны, теоретические методы дают возможность «предсказывать» изменение структуры и свойств вещества, например при изменении внешних условий или при введении примесей в матрицу основного вещества.

В последние годы для моделирования свойств материалов широкое применение нашли методы квантовой механики (в более узком смысле методы квантовой химии). Во времена Н. Бора, В. Гейзенберга, Э. Шредингера, П. Дирака можно было «посчитать» лишь условно про-

стые объекты, например атом водорода, в лучшем случае атом гелия. Качественный скачок произошел в результате изменения подходов к проблеме многочастичных систем внутри самой квантовой механики – была создана теория функционала плотности, за что в 1998 году В. Кон и Д. Попл получили Нобелевскую премию по химии. И, кроме того, экспоненциально выросла производительность компьютеров.

В ЦИКЛЕ РАБОТ сотрудников ЛНФ имени И. М. Франка и Института физики имени В. А. Фока, получившем вторую премию ОИЯИ за 2012 год, расчетные и экспериментальные методы объединены для анализа свойств нескольких типов функциональных материалов. В первой его части изучаются не вполне обычные вещества, которые называют металлическими стеклами, представляющие собой, как правило, многокомпонентные сплавы с аморфной атомной структурой. Подобного рода объекты в виде тонких пленок или фольг были синтезированы впервые в середине прошлого века, однако долгое время оставались малодоступны для исследования по причине высокой стоимости и сложности изготовления. Ближе к концу XX века удалось синтезировать массивные образцы металлических стекол, которые обнаружили выдающиеся физические характеристики по сравнению с обычными поликристаллическими сплавами. Зачастую они имеют очень высокие механические свойства (прочность, износостойкость), коррозионную стойкость, электрическую проводимость и теплопроводность (в отличие от «ординарных» силикатных стекол), а в некоторых случаях и интересные магнитные свойства.

В связи с широкими перспективами использования металлических стекол в качестве функциональных материалов назрела настоятельная необходимость подробного исследования их структуры и свойств. Проведенные исследования в основном были посвящены изучению так называемых аморфных стале – металлических стекол, основным компонентом которых является железо. Эксперименты по дифракции нейт-

ронов позволили изучить атомную структуру металлических стекол и предложить интерпретацию их физических свойств на основе методов квантовой механики.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ аналогичного подхода (нейтронный эксперимент плюс квантовая теория) позволило получить серию интересных результатов в отношении веществ совершенно иного структурного класса – кристаллов. В качестве объектов использовались сложные оксиды никеля и ванадия, демонстрирующие структурный полиморфизм и широко применяющиеся в электрохимических и каталитических приложениях. Под пресс эксперимента и теории попал и так называемый циркон,  $ZrSiO_4$ , полиморфы которого активно используются в различных областях индустрии, таких как ядерная энергетика, микроэлектроника, топливные элементы, гетерогенный катализ. Детальное знание структуры и причин наблюдаемых фазовых превращений в этих соединениях необходимо для управления их физическими свойствами. Однако зачастую даже определение структуры трудновыполнимо в силу всякого рода дефектов и сосуществования при одних и тех же условиях нескольких фаз. В этом случае приходится прибегать к комплементарным методам, таким, например, как рамановское рассеяние, спектры которого могут служить индикатором появления/исчезновения той или иной фазы при определенных условиях. В свою очередь, интерпретация рамановских спектров – весьма нетривиальная задача, решение которой в немалой степени зависит от правильно выбранной теоретической модели. В отношении всех соединений были использованы методы теории функционала плотности, подобные тем, которые применялись к металлическим стеклам. В результате проведенных исследований были выявлены механизмы наблюдавшихся фазовых превращений и предложены возможные пути улучшения их технологических характеристик.

В целом следует отметить, что использованный подход оказался чрезвычайно плодотворным и универсальным, он с успехом может быть применен к исследованию конденсированных сред различной природы. Можно не сомневаться, что в дальнейшем подобный симбиоз теории и эксперимента позволит моделировать свойства материалов и синтезировать их по мере необходимости.

**Вячеслав КАЗИМИРОВ,**  
старший научный сотрудник  
группы нейтронного рассеяния  
ЛНФ

## «Фридмановские чтения» в Перми — послесловие

Как и предшествующим авторам (см. номер 27, 2013), прежде всего хотелось бы сказать о самом Александре Александровиче Фридмане. Несомненно, это была выдающаяся историческая личность — гениальный ученый и интенсивно, целеустремленно создающий, творческий и ответственный, за что бы ни брался в жизни, Человек. обстоятельно и документально написал об этом В. Я. Френкель (УФН, 1988, т. 155); в частности, там достоверно изложена история неприятия А. Эйнштейном знаменитой статьи Фридмана и его немедленного публичного признания своей ошибки, когда он ознакомился с вычислениями Фридмана через посредство Ю. А. Круткова. Участникам Международной научной конференции «Фридмановские чтения» было отродно видеть, что в Пермском университете ревностно чтут память об активной ключевой роли А. А. Фридмана в организации учебного процесса и создании должной научной атмосферы для развития физико-математических исследований в Перми. Ощущалось это и в творческо-товарищеской обстановке «Фридмановских чтений», созданной трудами пермских гравитационистов — профессора В. Ф. Панова и его учеников.

Несмотря на неоправдавшиеся надежды свести электромагнитные явления к геометрическим свойствам пространства, в связи с чем Вейлем был расширен постулат инвариантности (требованием, чтобы «все физические законы были не только собственными, но и масштабно-инвариантными свойствами физического мира»), предшествующие авторы в свете своих исследований выделили отношение Фридмана к представлению о масштабной инвариантности. Поэтому отметим, что сам Фридман четко сформулировал, что в теории Вейля «важно то утверждение этой теории, которое все материальные явления физического мира почитает лишь своеобразной интерпретацией свойств и образов мира геометрического». Это утверждение полностью соответствует научной стратегии самого Фридмана — можно видеть, что его концептуальный анализ пространства и времени в книге «Мир как пространство и время» проведен именно с позиций такого утверждения. Так, в своем анализе времени он опирается на предварительно проведенный им анализ ряда понятий геометрического пространства, который закончился четким выводом:

«Итак, мы совершенно не можем производить физические действия, нужные для экспериментального установления физической геометрии в трехмерном пространстве; для нас эти действия столь же невозможны, сколь невозможны для нас физические действия в двумерном пространстве, где нельзя поместить наших приборов и где мы не можем поместиться сами. Причина этих затруднений — время, без которого нет пространства и которое обуславливает не физическое трехмерное пространство, а физическое четырехмерное пространство — мир».

В упомянутой статье Френкеля отмечено, что Я. Б. Зельдович,

оценивая космологическую работу Фридмана как «основу всей современной космологии» (1963), восхищался минимальным числом исходных предположений при полученном «грандиозном выводе». Френкель объяснил это корректной исследовательской стратегией Фридмана: он, «в отличие от Эйнштейна и де Ситтера, не делал априорных предположений о том, может (или не может) мир меняться со временем, — это должны показать уравнения».

Вопрос о времени Фридман трактовал как «один из труднейших вопросов теории относительности», у него время не растворялось в многомерности пространства, потому что он изначально осознавал взаимосвязь времени и принципа причинности, согласно которому нельзя, изменяя арифметизацию пространства-времени, добиться того, чтобы причина и следствие поменялись бы местами. Ориентируясь на связь времени и причинности, он выдвинул некоторую программу по возвращению времени его исключительного положения в физике. Эта программа основывается на принципе причинности и утверждает необходимость следующих ограничений. Во-первых, предлагается наложить ограничения на способы арифметизации пространства-времени, при которых имеет место постулат инвариантности. Во-вторых, предлагается наложить ограничения на свойства четырехмерного пространства, являющегося математической моделью физической реальности, и, в-третьих, — на выбор временной координаты.

К сожалению, вскоре после этого А. А. Фридман ушел из жизни (так же преждевременно, как и Г. Минковский), не реализовав намеченной им программы. Его книга была переиздана только в 1965 году, причем как научно-популярная, хотя сам автор, представляя ее, подчеркнул в своем

вступлении, что изложение «ни в каком случае не претендует быть популярным». Поскольку существует мнение, что этот труд является «философским», имеет смысл указать его оценку известным немецким научным издательством (Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch): свои регулярные (2000–2013) издания немецких переводов книги Фридмана оно дает в серии «Оствальдские классики точных естественных наук».

Ретроспективно оценивая подход Фридмана к миру событий, следует заметить, что для его использования предварительно необходимо сделать определенный шаг в развитии своих фундаментальных физических представлений: надо увидеть сложившуюся схоластическую сущность пространства-времени. А до этого и для этого надо суметь взглянуть на действительность так же как Фридман, образно говоря, другими глазами, точнее — на время. На самом деле ощущать то, что физики уверенно твердили на экзаменах по диалектическому материализму: «Время — это форма существования материи». Для того чтобы это произошло, необходимо на практике, непосредственно столкнуться с кругом явлений, который заставил бы задуматься об аспектах существования материального мира и их роли в мироздании, увидеть ограниченность представления о времени как о длительности, поскольку, вообще говоря, время — аспект существования объективной реальности. Органически и функционально время связано с пространством, но, несомненно, по логике вещей, должно существенно отличаться от него как иная форма существования материи; время должно иметь свои физические (активные) свойства, тогда как длительность — его математическое (пассивное) свойство, такое же как расстояние для пространства.

Подход Фридмана ко времени дал возможность (на основе решения известным английским астрофизиком Дж. Дж. Уиттроу проблемы выбора стандартных часов) обнаружить априорную (врожденную) взаимосвязь точек пространства-времени, принадлежащих одному моменту, которая может обуславливать его метрику — дать ответ на вопрос Римана о физических корнях метрики пространства-времени. Этой физической взаимосвязи, принадлежащей временному аспекту пространства-времени и обладающей специфическими свойствами, которые открывают заманчивые возможности для экспериментальных исследований естественных наук, изучающих эволюцию сложных организованных систем, на «Фридмановских чтениях» были посвящены три доклада от НЦЕПИ ОИЯИ и ИМ СО РАН: пленарный и два секционных.

Вальтер КАЛЛИС

(Окончание. Начало на 1-й стр.)

Познавательные лекции о защите корпоративных данных, особенностях и преимуществах в этой области разработчиков прочли представители компаний Bayer и MTC.

В рамках школы под председательством Виктора Минина прошло заседание попечительского совета АРСИБ, в котором также принял участие представитель от ОЭЗ «Дубна» – начальник отдела по работе с резидентами Алексей Степаненко. Члены совета отметили, в частности, что площадка особой экономической зоны с ее техническими и иными возможностями как нельзя лучше подходит для проведения здесь на регулярной основе и летней школы, и заседания совета.

Ни одно крупное предприятие не может обходиться без хорошо организованной системы информационной безопасности. В этом участники летней школы смогли убе-



диться, побывав на двух интереснейших экскурсиях. В Лаборатории информационных технологий они посетили компьютерный центр, где увидели мощную грид-инфраструктуру, которая сейчас активно развивается. Об этом, а также об организации информационной безопасности в грид-сетях и облачных вычислениях рассказал директор ЛИТ профессор **Владимир Кореньков**. А в Центре космической связи «Дубна», который является крупнейшим телепортом России и одним из самых мощных в Европе, участники школы смогли ознакомиться с его современным техническим оснащением и узнать, как здесь организована система защиты информации.

В завершение второго дня состоялась игра, которую организовали студенты Самарского государственного аэрокосмического университета. По легенде, системный администратор пропал, так и не закончив начатое дело. Надо было устранить неполадки в сети, затем выйти в Интернет и установить необходимые программы...

Утро третьего дня началось с вы-

ступления руководителя программы информационной безопасности Microsoft **Андрея Бешкова**. В настоящее время он отвечает за работу программы информационной безопасности в Microsoft в странах СНГ, а также помогает внедрять системы безопасности, виртуализации и технологии облачных вычислений в ВымпелКоме, Сбербанке и других известных компаниях. Его опыт в этой сфере, безусловно, был полезен для будущих специалистов ИБ.

Сразу после лекции в форме видеоконференции прошел мастер-класс. Общаясь по скайпу со специалистом по информационной безопасности из Калининграда **Александром Пузаковым**, участником конференции DEFCON 2013, студенты получили практический опыт решения самых разных задач ИБ.

Итоги летней школы были подведены на круглом столе, в ходе которого участники смогли поделиться своими мыслями о соревнованиях CTF и приобретенных здесь знаниях и навыках.

**Светлана ЖУКОВА,**  
фото Ирины УЭЙСС и автора



## ВАС ПРИГЛАШАЮТ

### ДОМ КУЛЬТУРЫ «МИР»

28 сентября, суббота

#### Открытие сезона

18.00 Русский классический гранд-балет представляет: звезды Санкт-Петербургского балета в спектакле «Лебединое озеро» П. И. Чайковского.

### АНОНС

12 октября, суббота

18.00 Эстрадно-джазовый концерт Вейланда Родда.

Шоумен, артист, любимец женщин и публики, певец и музыкант Вейланд Родд вновь на сцене с обновленной эстрадно-джазовой программой.

Был воспитан американской и французской школами пения, которые привили ему дерзкую и страстную манеру исполнения. Уже в 20 лет выступал на большой сцене, участвуя в мюзиклах, гастролируя по городам и странам – пел, исполнял степ, снимался в фильмах. Выступал в разное время с Аркадием Укупником, Ларисой Долиной, Стасом Наминым, Ириной

Понаровской. Больше был известен за рубежом по своим сольным программам с балетом в стиле кабаре.

С 2011 года с новой программой выступает в известных джазовых клубах Москвы, в Международном Доме музыки и на других концертных площадках. Его мощный бас с красивыми обертонами готов вас радовать снова. Мощная энергетика, идущая со сцены, яркая индивидуальность и пластика не оставят никого равнодушным. Вы будете окутаны романтикой Парижа – города любви и ощутите драйв от латиноамериканских ритмов. В программе прозвучат лирические эстрадные песни, написанные специально для его голоса известными зарубежными и российскими композиторами, которые больше никто не исполняет, а также известные мировые хиты в стиле блюз, проникающие в самую душу, и джазовые композиции в оригинальной манере исполнения. Мощный заряд энергии и тепло южных стран надолго останутся в ваших воспоминаниях.