

ИФТТ - о себе

В феврале 2010 года ИФТТ РАН исполнилось 47 лет

ИФТТ РАН сегодня представляет собой одно из крупнейших академических учреждений физического профиля, является признанным научным центром, успешно развивающим экспериментальные и теоретические работы в области физики твёрдого тела, а также физического материаловедения как совокупности пересекающегося раздела фундаментальной физики, физикохимии и механики.

ретические работы в области физики твёрдого тела, а также физического материаловедения как совокупности пересекающегося раздела фундаментальной физики, физикохимии и механики.



ИФТТ РАН - основные направления работы в 2010 году:

- Физика конденсированных сред и физическое материаловедение.
 - Электронные, магнитные, электромагнитные, оптические и механические свойства кристаллических и аморфных материалов и нано- и мезоструктур на их основе.
 - Спектроскопия твердых тел и твердотельных структур.
 - Структура конденсированных сред, физика дефектов, рост кристаллов.
 - Транспортные явления в кристаллических и аморфных материалах и структурах.
 - Фазовые равновесия, фазовые переходы.
 - Низкотемпературные структуры, нано- и мезоскопические структуры и системы, атомные и молекулярные кластеры.
 - Новые материалы и структуры.
 - Квантовые макросистемы и квантовые методы телекоммуникации.
 - Новые экспериментальные методы изучения и диагностики твердых тел и твердотельных нано- и мезоструктур.
 - Новые технологии твердотельных материалов и структур.
- Для успешного решения научных задач в институте развиты:**
- Достаточные мощности криогенной техники.
 - Техники высоких давлений и высоких магнитных полей.
 - Установки для синтеза и очистки материалов.
 - Установки для плавки, пластической обработки и высокотемпературных испытаний металлов.

- Необходимый уровень физических, химических и других методов анализа веществ (рентгеновские дифрактометры, электронные микроскопы, калориметры и дилатометры, оптические и ультракоротковолновые приборы и устройства).

В итоге фундаментальных исследований получены основополагающие результаты в различных областях:

- Движение и размножение дислокаций в полупроводниках (фотопластический эффект).
- Низкоразмерные системы.
- Наноструктуры и наноразмерные материалы.
- Физика нелинейных волн и турбулентность в конденсированных системах.
- Высокотемпературная сверхпроводимость.
- Термодинамика фазовых превращений.
- Фазовые переходы и протяженные дефекты в полупроводниках.

Наряду с фундаментальным развитием физического материаловедения успешно развиваются и его прикладные разделы, связанные с высокими технологиями:

- Созданы камеры высокого давления для получения индустриального алмаза.
- Разработаны технологические процессы получения керамических и металлических композиционных материалов для авиации, электроники и других областей специального применения.
- Создано новое семейство композиционных материалов на осно-

ве силицидов тугоплавких металлов и карбида кремния для электронагревателей. Эти материалы работоспособны до 1600-2000°C.

- Разработаны методы выращивания совершенных кристаллов сапфира, монокристаллов элементов VI группы, фуллеритов.

- В ИФТТ разработан ряд новых приборов и оборудования, в том числе терагерцовые излучатели и приемники, пригодные для решения целого круга научных и технических задач и для медицинской диагностики, азотные и гелиевые криостаты, приборы для криогенной медицины.

Институт физики твёрдого тела имеет многолетний опыт подготовки студентов к научной и преподавательской работе.

Здесь же аспиранты работают над диссертационными работами. Практически все аспиранты успешно защищают диссертации.

В аспирантуру ИФТТ принимают выпускники вузов.

Студенты и аспиранты, занимающиеся научной работой, получают дополнительное финансирование по научным грантам. Лучшие выпускники аспирантуры остаются работать в ИФТТ; большинство научных сотрудников ИФТТ начало свой путь в Институте со студенческих лет. В последние годы распространёнными стали совместные работы с коллегами из-за рубежа; многие студенты, аспиранты и молодые кандидаты наук выезжают в длительные научные командировки в ведущие университеты Европы, США и Японии.

Поздравляем юбиляра!

23 февраля, в День защитника Отечества, исполнилось 80 лет одному из старейших сотрудников Института проблем химической физики доктору технических наук Льву Натановичу Гальперину.

Он много лет возглавлял Лабораторию электронно-измерительной техники, где под его руководством и при самом прямом участии разработан целый шлейф приборов различного назначения, без которых теперь немислима современная химическая физика. Лев Натанович с 1959 года живет в Черноголовке. Совпадение же его дня рождения с Праздником защитников весьма символично: свои молодые годы ученый посвятил проблемам, связанным с испытанием ядерного оружия, основного фактора, предотвратившего Третью мировую войну. Так что поздравления ему в этот день всегда двойные!

Хроника заседаний Бюро Президиума НЦЧ РАН

29 января состоялось очередное заседание Бюро Президиума НЦЧ РАН, в котором кроме членов Бюро приняли участие директор или заместители директоров всех институтов НЦЧ РАН, директор БЕН РАН Николай Евгеньевич Калёнов, заведующая БНЦ Елена Ивановна Попова.

В центре внимания стоял вопрос о Библиотеке Научного центра. Был заслушан доклад заведующей БНЦ Е.И. Поповой о работе, проделанной по переоснащению библиотеки, о взаимодействии библиотеки с институтами Центра, а также о дальнейших планах развития библиотеки, новых формах оказания услуг научно-информационного обеспечения. Принято решение о создании Информационно-библиотечного совета при Президиуме НЦЧ РАН, и утверждено его положение. Поручено заместителю Председателя НЦЧ РАН д.ф.-м.н. Л.Н. Щуру формирование персонального состава и плана работы Совета с последующим утверждением в установленном порядке.

Постановлением Президиума РАН от 22 декабря 2009 года № 319 было утверждено Положение о Совете молодых учёных Российской академии наук. Руководствуясь этим Положением, был подготовлен проект Положения "О Совете молодых учёных НЦЧ РАН", который также обсуждался на заседании Бюро. Принято решение принять проект Положения "О Совете молодых учёных НЦЧ РАН" за основу. Институтам НЦЧ РАН - представить кандидатуры в состав Совета до 26 февраля 2010 года.

На заседании принято также решение о целесообразности регистрации печатного органа Президиума НЦЧ РАН "Научный вестник" и создании редколлегии Научного вестника. Организацией НЦЧ РАН предложено представить кандидатуры в редколлегию.

Было заслушано сообщение Председателя НЦЧ РАН члена-корреспондента В.Ф. Разумова о взаимодействии НЦЧ РАН с Администрацией городского округа Черноголовка по вопросу создания Генерального плана города.

Новости из институтов НЦЧ РАН

ИПТМ

Еще 29 декабря 2009 года Постановлением Президиума РАН № 338 в должности директора Института проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН на очередные 5 лет утвержден д.ф.-м.н. профессор Вячеслав Александрович Тулин.

В Институте началась подготовка к XXIII Российской конференции по электронной микроскопии (РКЭМ-2010), которая традиционно состоится в Черноголовке в конце мая - начале июня. Подробности на сайте:

<http://purple.ipmt-hpm.ac.ru/sem/>

ИТФ им. Ландау

Сразу два замечательных события произошли в Институте теоретической физики и в научном мире в целом: член-корреспондент РАН главный научный сотрудник Алексей Александрович Старобинский награжден Медалью ордена "За заслуги перед Отечеством" II степени, также ему присуждена премия Томалла за пионерский вклад в инфляционную космологию и, в особенности, за определение спектра гравитационных волн, генерируемых в процессе инфляции.

До того момента, когда А. Старобинский решил "разобраться со Вселенной", в науке считалось, что 13-14 миллиардов лет назад все вещество Вселенной было сосредоточено в одной точке с бесконечной плотностью - в так называемой сингулярности, а потом эта сингулярность вдруг взорвалась и вещество со страшной скоростью разлетелось во все стороны... Теоретик ввел отсчет новой космологии, где никакой сингулярности не было, а Вселенная родилась из небольшого, но вполне осязаемого "пузырька" объемом примерно в 10 микрон.

ИФТТ: к истории становления

Фрагменты из воспоминаний Ю.А. Осипьяна



Ч.В. Копецкий, Г.В. Курдюмов, Ю.А. Осипьян

К концу 50-х годов прошлого столетия у Г.В. Курдюмова и его ближайшего помощника профессора Р.И. Энтина сложилось твердое убеждение в необходимости организации в СССР нового научного института по проблемам физики твердого тела под эгидой АН СССР. К тому времени Г.В. Курдюмов был в высшей степени авторитетным человеком в АН СССР, известным ученым, директором Института металлофизики ЦНИИЧЕРМЕТА...

Г.В. предложил мне заняться организацией нового института. Ясно было, что такой институт трудно построить в Москве. По приглашению Н.Н. Семенова мы с Г.В. приехали в Черногловку, где царствовал Ф.И. Дубовицкий, доверенное лицо Н.Н. Семенова. У Н.Н. возникла идея, а Дубовицкий ее подхватил: превращение полигона Института химической физики, впоследствии Филиала института Химфизики, в настоящий научный центр АН с привлечением других институтов.

И вот в Черногловке было организовано историческое совещание, которое я запомнил на всю свою жизнь. Вместе с нами тогда приехали Владимир Алексеевич Кириллин, заведующий отделом науки ЦК, впоследствии вице-президент АН, и его ближайший сотрудник академик Александр Ефимович Шейндлин, директор Института высоких температур. Они приглядывали себе место для строительства филиала института. Приехал также Александр Павлович Виноградов, вице-президент АН по направлению науки о Земле, выдающийся геохимик и геолог...

Началось создать

достаточно большое количество институтов, ведущих исследования в области геологии, химии, физики - получался такой многопрофильный научный центр. В 1962 году вышло распоряжение Президиума АН о его создании. Тогда же, в 1962 году, появилось постановление Правительства о разрешении строительства Института физики твердого тела, Института новых химических проблем, бесфоновой лаборатории.

Мы договорились с Н.Н. Семёновым, что строительство поручается Главспецстрою Министерства обороны. В Академии наук было принято решение поручить разработку проекта Института физики твердого тела ГИПРОНИИ...

Тем временем я активно начал контактировать с Институтом физических проблем. Мы с Курдюмовым побывали у директора ИФП Петра Леонидовича Капицы. Он обещал нам помощь, сказал, что мы можем обращаться к его сотрудникам, они нам помогут. Активно взялись нам помогать два человека - Александр Иосифович Шальников и сотрудник его лаборатории Юрий Васильевич Шарвин. Интерес к строительству и нашему будущему институту выказал также директор Института кристаллографии Борис Константинович Вайнштейн. Б.К. решил создать внутри нашего института свой небольшой филиал по выращиванию кристаллов. И тогда Г.В. Курдюмов за то, что мы согласились взять к себе филиал Института кристаллографии, предложил Вайнштейну назначить меня заместителем директора Института кристаллографии. Вайнштейн с удоволь-

ствием на это согласился...

У Г.В. Курдюмова возникла идея съездить в Германию, тогда еще ФРГ, где он когда-то стажировался. В Германии я фактически подсмотрел структуру экспериментально-технологического корпуса - она была аналогична структуре такого же корпуса Института физики металлов в Дюссельдорфе... У Шарвина возникла идея построить корпус сильных магнитных полей, который сейчас называется магнитным. Мы планировали, что в этом корпусе будут проводиться исследования в сильных магнитных полях при низких температурах...

Юридически Институт физики твердого тела был создан в 1963 году. Постановление Президиума Академии наук о создании ИФТТ подписал М.В. Келдыш как раз в день моего рождения - 15 февраля... Настало время подбирать сотрудников для нашего будущего института. В 1965 году Н.Н. Семенов и Ф.И. Дубовицкий предоставили нам на территории своего института временные помещения, чтобы мы смогли начать размещение нашего коллектива и оборудования и приступить к проведению исследовательской работы. Начали мы свою деятельность на второй площадке Филиала химфизики. Нам достался трехэтажный корпус, который планировался в будущем для лаборатории Николая Марковича Эмануэля. Под размещение ИФТТ выделили половину первого этажа и весь третий. А другую половину перво-

Наверное, лучше, чем основатель ИФТТ академик Ю.А. Осипьян, об истории Института не расскажет никто. Можно только сожалеть, что для газетной публикации воспоминания Юрия Андреевича пришлось сильно урезать.

го этажа и весь второй получил Институт новых химических проблем. Так началась наша жизнь в Черногловке. Появились первые научные сотрудники, а за ними - и студенты. На третьем этаже были поставлены первые эксперименты при температурах жидкого гелия.

К этому периоду относится переход Ч.В. Копецкого в наш штат. Коллектив наш выглядел таким образом. Директором-организатором являлся Курдюмов, я был формально заместителем директора, а фактически исполнял роль директора института и занимался становлением и развитием фундаментальных направлений исследований, Копецкий был заместителем директора и отвечал за экспери-

ментально-технологическое направление. Наконец пришла пора переезжать нам в собственные здания. Наш первый переезд - освоение главного лабораторного корпуса - состоялся в 1968 году. В год мы сдавали по одному корпусу, так что в начале семидесятых годов ИФТТ уже располагался на собственной территории. Вот такие фантастические были темпы. На первых порах научный коллектив мы собирали "с бору по сосенке", потому что ехать в Черногловку тогда было довольно рискованно. Часто интересуются, кто у нас появился первым. По договоренности с Копецким я пригласил двух выпускников МИСиС, Вениамина Шоломовича Шехтмана и Евгения Генриховича Понятовского, которые были старше меня по возрасту и по курсам во время учебы в институте. Понятовский у Курдюмова возглавлял Лабораторию физики высоких давлений. Так что он работал

в одном институте и перешел в другой институт под тем же руководством Курдюмова. А Шехтман был действительно первым сотрудником. Юридически первым сотрудником института стал В.И. Никитенко, аспирант В.Л. Инденбома в Институте кристаллографии. Он уже тогда активно занимался дислокациями. Я предложил ему перейти в наш институт на должность ученого секретаря. Из Ленинграда я пригласил Э.М. Надгорного, который работал в лаборатории Степанова и занимался изучением движения дислокаций с помощью фигур травления.

Далее мы пригласили в институт некоторых сотрудников Института физических проблем: В.Ф. Гантмахера и Е.П. Вольского. Первым переехал в Черногловку Вольский. Он стал заведовать нашей низкотемпературной лабораторией... Организовалась команда, из которой потом возникло целое направление физики низких температур.

Летом 1963 года у нас появились первые стажеры - выпускники Физтеха Л.П. Межов-Деглин, В.М. Теплинский, В.С. Цой, С.З. Шмурак, И.С. Смирнова, которые довольно быстро выросли в самостоятельных ученых.

Институт рос, появлялись новые сотрудники и новые направления исследований.

Я решил заняться изучением влияния дислокаций на свойства твердых

тел, в первую очередь электрических и оптических. К этому времени в наш институт приехали В.Л. Броуде и Е.Ф. Шека, и начались работы по оптической спектроскопии и экситонам. Вслед за ними появился В.Б. Тимо-

феев. Студентом к нам пришел Эдик Штейнман. С ними вместе мы сделали и опубликовали работу по влиянию дислокаций на оптические свойства кристаллов. У меня появилась молодая сотрудница Ира Савченко, которая заканчивала учебу. Нам удалось наблюдать так называемый фотопластический эффект, масштабное открытие, сравнимое по значению с открытием фотопроводимости. Через несколько лет я защитил докторскую диссертацию на эту тему.

Появился у меня еще один сотрудник, молодой дипломник МЭИ Витас Гражулис, который быстро прогрессирует, а с ним и выпускник Физтеха Виталий Кведер, который защитил диплом в ИФП. Мы с ними наблюдали электронный парамагнитный резонанс на дислокациях. В общем, возникла целая научная область - взаимодействие электронов и дислокаций в твердых телах.

К Гантмахеру пришел Долгополов, который сейчас стал маститым ученым, появились В. Петрашов, В. Копылов. Пришли молодые сотрудники и в дислокационные лаборатории: к Надгорному - Е. Гутманас; к Никитенко - Л. Дедух и Ю. Кабанов, которые были студентами Института стали. Фактически, началась нормальная жизнь ИФТТ, он стал полноценным академическим институтом, проводящим исследования в нескольких научных направлениях... В нашем институте работал В.Л. Броуде, сложившийся маститый ученый. Под



В.Л. Броуде



Витас Гражулис

его руководством развивалась спектроскопия. В.М. Файн занимался высокочастотными свойствами кристаллов...

Подготовил
Михаил ДРОЗДОВ
(Продолжение следует)

Студенты и аспиранты в академическом институте

О НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ ИСМАН
И ОБЩИХ ПРОБЛЕМАХ НАУЧНОЙ МОЛОДЕЖИ В ЧЕРНОГОЛОВКЕ

(Окончание.
Начало в № 4)

Проблемы...

Мы в ИСМАНе накопили опыт в организации школ-семинаров и конференций для молодых ученых. Ежегодно, семь лет подряд, мы проводили всероссийские школы-семинары по структурной макрокинетике для молодых ученых, а также Международную школу-конференцию по инновационному развитию науки и техники (2005 г.), молодежную конференцию "Научные школы Черноголовки - молодежи" (2006 г.). Главное, ради чего они затеваются, - это общение молодых исследователей, обсуждение их работ и достижений. Мы поняли, что эти встречи надо проводить не только для знаний, но и для души. Поэтому наши форумы всегда сопровождаются спор-

сотрудников, дирекции ИСМАНа удалось высвободить восемь таких ставок для молодых ученых. Других возможностей на сегодняшний день в Институте нет.

Для жизнедеятельности НОЦа очень важно обеспечить непрерывную ротацию студентов и аспирантов с целью подготовки кадров по институтским направлениям науки. Для привлечения молодежи на постоянную работу в Институт есть острая необходимость в дополнительных целевых ставках, хотя бы временных. Большие надежды связаны с программой "Постдоков", которая позволила бы зачислять определенное количество выпускников аспирантуры. Это самое простое, что можно предпринять на сегодняшний день. Пока же институтам предлагается проводить общее сокращение возрастных сотрудников. Та-



большому счету, есть проблема разобщенности молодых ученых из разных институтов. Заметим, что в шестидесятые-девяностые годы такой проблемы не было. Часто проводились межинститутские соревнования по футболу, баскетболу, волейболу, теннису, шахматам и шашкам. Работала театральная студия, которая ставила интересные спектакли. Генераторами разных культурных мероприятий, в том числе и КВН, выступали Р.Б. Любовский, М.С. Дроздов. Активно действовал молодежный клуб, одним из организаторов которого был Л.М. Бучацкий. Эти люди хорошо известны в Черноголовке. Они и сейчас могли бы подсказать и помочь возродить эти славные традиции. Если их попросят. Кстати, очень интересно и актуально было бы узнать из первоисточников, как все это организовывалось.

Организующей силой, способной решить проблему научного и культурного общения молодежи, мог бы стать Совет молодых ученых НЦЧ. Я не хочу участвовать в популярных сейчас дискуссиях по поводу того, а нужны ли эти Советы - мол, пустое это дело. Лучше спросить мнение академиков В.Е. Фортова и В.М. Бузника, директора ИСМАНа Ю.А. Гордополова. Все они в свое время были председателями СМУ.

Работа со школьниками - это тема отдельного разговора, и не хочется обсуждать ее поверхностно. Отмечу, что ИСМАН имеет задел в этом направлении. Так, например, уже три года подряд мы организовывали рейтинговое тестирование на правах вступительных экзаменов в МИСиС для выпускников школ Черноголовки. В позапрошлом году я вел на общественном уровне семинар по математике (признаюсь, что была у меня личная заинтересованность, так

как среди участников был мой внук). На семинаре заслушивались компьютерные доклады старшеклассников по отдельным темам школьной программы. Как правило, доклады делались на высоком техническом уровне. Самым главным, ключевым моментом доклада должен был быть ответ на любимый вопрос Ф.И. Дубовицкого: "А зачем это нужно?" Я неукоснительно требовал соблюдения таких правил: каждый участник должен был задать докладчику не менее двух вопросов и затем выступить с оценкой его сообщения. Полагаю, что в работе со школьниками молодые ученые могли бы принести большую пользу.

Очень важно иметь решение жилищной проблемы для молодых кадров. Недавно стало известно, что Президент РФ обещал выделить РАН финансирование на строительство 5 тысяч квартир для молодых ученых и специалистов. Такие обещания вряд ли даются экспромтом - их готовят. И здесь большая надежда на одного из жителей нашего города - вице-президента Российской академии наук С.М. Алдошина. Хочется надеяться, что списки на жилье для молодых ученых и специалистов, которые в связи с этим обещанием срочно готовились в институтах НЦЧ, составлялись не напрасно.

Полагаю, что затронутые в статье вопросы по работе с молодежью имеют общее значение. На данный момент каждый институт НЦЧ самостоятельно решает проблемы привлечения в свои ряды молодежи, взаимодействия с вузами. Может быть, стоит подумать о создании научно-образовательного объединения в Черноголовке для координации такой деятельности?

А.М. СТОЛИН,
профессор, руководитель
НОЦ ИСМАН,
фото Дмитрия Андреева

Новости из институтов НЦЧ РАН

ИФТТ

8 февраля состоялось собрание Совета молодых ученых и специалистов ИФТТ РАН. Собрание избрало председателя СМУиС - им стал Максим Бражников. Образована рабочая группа из 6 молодых ученых, которые будут готовить "Положение о СМУиС ИФТТ РАН".

В ИФТТ действуют базовые кафедры Московского физико-технического института, Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Московского института стали и сплавов. За это время под руководством профессорского состава в ИФТТ сложился квалифицированный преподавательский коллектив, осуществляющий подготовку кадров для Академии наук, университетов, предприятий высокой технологии и других учреждений. Обучение на кафедрах, базирующихся в ИФТТ РАН, является одним из наиболее перспективных путей получения фундаментального образования в области физики твердого тела и смежных областях. Студенты, обучающиеся на этих кафедрах, первые семестры проводят на Физтехе, физфаке МГУ или в МИСиСе, где получают базовое фундаментальное образование по общеобразовательным дисциплинам. Обучение специальным дисциплинам, прохождение преддипломной практики, выполнение дипломных работ проходит непосредственно в лабораториях ИФТТ. Ведущими учеными читаются лекции и проводятся практические занятия.

ИЭМ

И в Институте экспериментальной минералогии 25 января создан Совет молодых ученых. Молодежь проявляет активность и надеется на свой Совет. От дирекции ИЭМ его курирует заместитель директора Е.Г. Осадчий.

ИПХФ

17 февраля ученый совет института традиционно собрался на ежегодную итоговую сессию. На ней рассматривались наиболее важные результаты фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ прошлого года. В рамках сессии проведен конкурс в трех номинациях. Было рассмотрено 20 лучших работ, охватывающих широкий спектр научных исследований, ведущихся в Институте. Премия ИПХФ РАН за лучшую работу, в которой получен выдающийся фундаментальный результат в области химической физики, присуждена двум работам, набравшим одинаковую сумму баллов:

1. Е.Б. Гордон, А.В. Карабулин, В.И. Магюшенко, В.Д. Сизов "Каталитический рост нанопроволок в квантовых вихрях сверхтекучего гелия". В работе обнаружен и объяснен эффект значительного ускорения слипания примесей в жидком гелии при переходе его в сверхтекучее состояние. Методами электронной микроскопии доказано, что первичными продуктами конденсации являются длинные нанопроволоки диаметром 1,5 - 4 нм. Исследованы электрические свойства и эффективность полевой эмиссии электронов для нанопроволок из золота, меди, никеля, индия и свинца.

2. В.А. Бендерский, Л.Н. Гак, Е.И. Кац "Эхо Лешмида и двойные резонансы в квантовой динамике наносистем". В работе развита теория безызлучательных переходов для квантовых систем с плотным дискретным спектром, позволяющая описать особенности фемтосекундной динамики больших молекул и наносистем. Результаты относятся к системам, колебательные спектры которых состоят из нескольких последовательностей почти эквидистантных уровней. Такие спектры типичны для биомембран, нанотрубок, фуллеренов и фотосистемы I.

Премия им. Ф.И. Дубовицкого за фундаментальные исследования, на основе которых возможны технические приложения, присуждена авторскому коллективу В.Н. Варфоломееву и Г.Н. Богданову за работу "Крем-композит для ускоренного заживления огнестрельных ран".

В работе на основе открытия свободнорадикального характера возникновения и развития вторичного некроза при огнестрельных ранениях разработана схема последовательно-параллельных стадий раневого процесса и регенерации тканей под воздействием лекарственной терапии. Создан кремгель, который, с одной стороны, препятствует формированию и развитию очагов вторичного некроза, а с другой - способствует укреплению иммунитета, ускоряет биосинтетические процессы и способствует ускорению заживления огнестрельной раны и сроков реабилитации раненых.

Конкурс молодых ученых ИПХФ РАН с присуждением премии имени С.М. Батурина будет проведен на следующем заседании ученого совета.

Редакция благодарит за предоставленные новости В.В. Федькина (ИЭМ), Д.В. Рошупкина (ИПТМ), Г.Е. Абросимову (ИФТТ), С.А. Крашакова (ИТФ).



тивными и культурными мероприятиями. Один из завлабов (не из нашего Института) сказал: "У нас молодых больше, чем у вас, но все они обособлены. На ваших конференциях чувствуется, что главная здесь - сама молодежь".

Одна из основных проблем в ИСМАНе - это создание действенной системы трудоустройства выпускников аспирантуры и магистратуры. В 2009 году пять наших аспирантов (П.М. Бажин, Д.Е. Андреев, Д.В. Рихтер, Р.Д. Капустин, Е.В. Петров) защитили кандидатские диссертации, а три аспиранта (Д.В. Пугачев, Е.В. Пугачева, И.В. Сайков) успешно окончили аспирантуру, сделали доклады по материалам диссертации и готовятся к защите. Все они хотели остаться работать в Институте и продолжить свои исследования. Нам также хотелось оставить у себя этих талантливых ребят. Несмотря на острый дефицит ставок научных

ким образом, одна проблема увязывается с другой, еще более сложной. Один из моих преподавателей рассказывал о способе решения задачи, как поймать льва. Надо поймать двух львов, посадить их в клетку, а затем одного выпустить. Что-то подобное предлагается и со ставками.

Не хлебом единым

Решение ряда проблем ИСМАНа имеет общее значение и требует координации усилий институтов НЦЧ РАН. Например, создание условий и стимулов для привлечения молодежи в науку. Эти стимулы определяются не только уровнем зарплаты, хотя это является одним из важнейших факторов. Однако не надо забывать и о социальных условиях жизни молодежи в Черноголовке. Институт старается решать и эти проблемы, организуя коллективные поездки в театр, Петербург и в другие интересные места и города, но этого недостаточно. По

Квантовая механика давно вошла в общественное сознание как теоретическая база для описания сверхпроводимости, лазеров, магнитно-резонансной томографии и многих других весьма важных и полезных применений. В конце XX века дошел черед и до применения квантовой механики в обработке информации. При этом открылись удивительные возможности фантастического увеличения мощности вычислительной техники (квантовые компьютеры), создания принципиально новых методов передачи зашифрованных сообщений (квантовая криптография) и многое другое, включая даже телепортацию, ранее известную по научно-фантастическим романам. В этой статье я попытаюсь на популярном уровне рассказать об основных идеях квантовой теории информации и экспериментальной реализации квантовых вычислений, квантовой криптографии и телепортации.

Путешествие в микромир. Кот Шредингера

В микромире - мире атомов, электронов, фотонов - жизнь протекает по законам квантовой механики. Многие явления не имеют аналогов в привычном нам макромире, из-за чего кажутся фантастическими. Квантовая система может одновременно находиться в нескольких состояниях. Если неизвестно, в каком именно состоянии она находится, то говорят о суперпозиции состояний. Однако при измерении система выбирает только одно из состояний, поэтому в повседневной жизни язык квантовой механики нам не нужен. Известный наглядный пример - мысленный эксперимент, называемый "кот Шредингера": в закрытый ящик помещены живой кот, емкость с ядовитым газом и радиоактивное ядро. Если ядро распадается, оно приводит в действие механизм, который открывает емкость с газом и тем самым убивает кота. Вероятность того, что ядро распадется за час, - 50%. Через час кот в ящике жив с вероятностью 50%. С точки зрения квантовой механики, пока ящик закрыт, кот находится в суперпозиции двух состояний (то ли жив, то ли мертв; и жив, и мертв; ни жив ни мертв - как угодно). В тот момент, когда наблюдатель открывает ящик, он видит, жив кот или мертв.



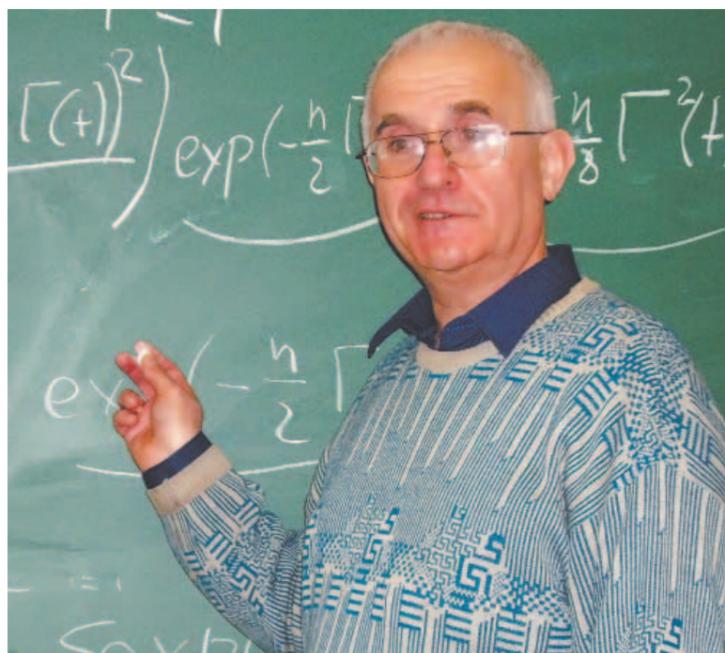
Квантовая запутанность

Важное свойство квантово-механических систем - запутанность (сцепленность). Состояние двух (или более) квантовых систем является запутанным, если между ними существуют определенные взаимосвязи, проявляющиеся даже при значительном удалении систем друг от друга. Соответственно, физические свойства каждой из таких систем связаны со свойствами других. Измеряя состояние одной из двух запутанных систем, можно узнать состояние и другой. В микромире электроны и ядра атомов ведут себя как вращающиеся "волчки", и эти вращения описываются специальной величиной - спином. Можно, например, запу-

тать два атома по направлению спина: у одного атома спин будет направлен вверх, а у другого - вниз, причем неизвестно, куда направлены спины каждого атома. Но, измерив направление спина одного атома, мы тут же узнаем и направление спина другого, даже если они разнесены в пространстве. Недавно физикам удалось запутать атомы на расстоянии метра друг от друга. В свое время предсказание квантовой механики о возможности мгновенно изменить состояние системы путем манипуляций с удаленным объектом рассматривалось как признак неполноты или даже неправильности квантовой теории - это содержание знаменитого парадокса Эйнштейна-Подольского-Розена. Однако в реальном мире парадокс реализуется и открывает такие удивительные возможности, как квантовая телепортация.

ных значения спина - вниз и вверх, сверхпроводящее кольцо, в котором ток может течь в двух направлениях, и т.п. Принципиальное отличие кубитов от битов состоит в том, что кубиты могут находиться в суперпозиционных состояниях и состояния различных кубитов могут быть запутанными между собой. Это значит, что система из нескольких кубитов (квантовый регистр) находится в каждом из состояний с некоторой вероятностью, а самое главное, что за счет запутанности можно изменить сразу все состояния системы. В классическом компьютере такая операция потребовала бы 2^N шагов в N-битной системе. Это обеспечивает беспрецедентный параллелизм вычислений (квантовый параллелизм), и именно он служит основой мощности квантовых компьютеров.

В 2001 году на основе методов магнитного резонанса был пост-



точно длинном ключе современным компьютерам на это нужны сотни лет, а вот перед квантовым компьютером, использующим алгоритм Шора, такой ключ не устоит.

Над чем мы работаем?

Перспективы квантовых приборов для проведения вычислений и обработки информации ясны. Вопрос в том, как такие приборы создать, какие материалы для этого использовать. Это сложная задача, для ее решения придется преодолеть множество препятствий. В Институте проблем химической физики РАН мы сконцентрированы на количественной оценке квантовой запутанности в различных материалах, которые, например, могут использоваться в качестве регистров квантовых компьютеров. Уже разработан ряд теоретических методов, позволяющих это сделать. Мы обратили внимание на то, что количественные меры запутанности связаны с энтропией системы, которая, являясь статистической величиной, может флуктуировать. Значит, и введенные количественные характеристики запутанности, меры, также могут флуктуировать. Эти флуктуации должны учитываться при оценках реальной квантовой запутанности в исследуемых материалах. Разработанная в ИПХФ теория показывает, что в случае сильной запутанности флуктуациями можно пренебречь. В то же время при некоторых условиях флуктуации запутанности оказываются порядком самой запутанности, и в таких условиях материалы непригодны для использования в квантовых приборах.

Физика квантовой информации - увлекательная область научных исследований, ведущая к существенным результатам, важным для всего общества. Давно ли большинство людей не знали, что такое квант, бит, лазер? Сегодня с этими понятиями и основанными на них применениями сталкиваются миллионы людей. Пройдет совсем немного времени, и такая же судьба ждет кубит, квантовую запутанность и другие понятия квантовой теории информации. В этой области науки у молодежи поистине безграничные возможности проявить свой талант, достичь самовыражения и получить научные результаты первостепенной важности!

Э.Б. ФЕЛЬДМАН,
зав. Лаб. спиновой динамики и
спинового компьютеринга ИПХФ
РАН, доктор физ.-мат. наук

Физика квантовой информации

Как на основе квантовых свойств сделать компьютер?

Ученые быстро поняли, что рассчитывать напрямую состояния многочастичных квантовых систем чрезвычайно сложно. Например, у нас есть система из 30 электронов в ограниченном пространстве, мы знаем все возможные параметры и хотим предсказать, как поведет себя система (грубо говоря, какой электрон куда переместится). Даже имея в своем распоряжении самый мощный суперкомпьютер, мы не сможем решить эту задачу. Однако это можно сделать, поставив эксперимент. Конечно, мы получим в одном эксперименте только одно из возможных состояний, но ведь эксперимент можно и многократно повторить!

В 1980 году советский математик Юрий Манин задумался: а нельзя ли посмотреть на задачу с другой стороны и, раз квантовая система может то, чего не могут наши компьютеры, использовать эти ее возможности с пользой, а именно - заставить ее производить вычисления. Эту идею поддержали физики, в частности, нобелевский лауреат Ричард Фейнман.

Как устроен квантовый компьютер?

В обычном компьютере информация хранится в битах, которые принимают значения 0 или 1. Ячейками памяти управляет процессор, выполняющий элементарные логические операции. Ячейкой хранения информации в квантовом компьютере является квантовый бит (quantum bit, qubit), или кубит. Это квантовая частица, которая может иметь два состояния: одно принимается за 0, другое - за 1. Физически кубит может быть устроен по-разному: как атом, имеющий два энергетических состояния (чаще используется квантовая точка или искусственный атом - маленький фрагмент проводника или полупроводника), атомное ядро или электрон, имеющий два возмож-

роен первый прототип квантового компьютера - семикубитный компьютер на ядерных спинах молекул кротонной кислоты.

Что может квантовый компьютер?

Если ответить на этот вопрос, исходя из возможностей разработанных к настоящему времени квантовых компьютеров, то ответ едва ли будет впечатляющим.

Пока что самое сложное действие, доступное реально существующим квантовым компьютерам, - это разложение числа 15 на простые множители. Но потенциальные возможности гораздо больше.

Алгоритм разложения числа на простые множители на квантовом компьютере был разработан в 1994 году Питером Шором. Эту задачу умеют решать и классические компьютеры, но им требуется время, экспоненциально возрастающее с ростом количества разрядов раскладываемого числа. Квантовые компьютеры справляются с этой задачей за время, полиномиально зависящее от количества разрядов этого числа. Замечательный результат!

Еще одним известным алгоритмом является алгоритм Гровера: алгоритм поиска в неструктурированной базе данных из N элементов. Если классический компьютер требует для решения этой задачи примерно N операций, то квантовый решает задачу всего лишь за $N^{1/2}$ операций. Можно привести и другие примеры, иллюстрирующие мощь квантовых компьютеров.

Итак, квантовый компьютер - это вычислительное устройство, работа которого основана на квантово-механических эффектах, в частности - на квантовой запутанности, позволяющей реализовать квантовый параллелизм при проведении вычислений.

Безопасная передача информации

В ранние годы квантовой механики многие ведущие физики, включая Эйнштейна, выражали

разочарование и даже неприятие квантового принципа неопределенности Гейзенберга, в согласии с которым знать некоторые вещи абсолютно невозможно. Следующие поколения, выросшие на квантовой механике, к неопределенности привыкли, но ничего, кроме досадного ограничения, в ней не видели. Однако именно принцип неопределенности привел к одному из самых интересных приложений квантовой механики. Из принципа Гейзенберга выводится простая теорема: неизвестное квантовое состояние нельзя клонировать. Но это означает, что если по каналам квантовой связи передается информация, то посторонний не сможет ее скачать! Здесь открываются новые возможности для передачи секретной информации. Занимается этими вопросами квантовая криптография.

Уже сегодня удается передавать квантовую информацию со скоростью около 10 мегабит на расстояние до 20 километров. В конце октября 2007 года в Швейцарии прошли парламентские выборы, и установки швейцарской фирмы id Quantique применены на финальном этапе подсчета голосов в кантоне Женева. Заполненные бумажные бюллетени свозили на счетную станцию, там голоса считали вручную, а результаты торжественно отправили в центр хранения данных по неуязвимой квантовой линии. Хотя практической пользы в этом было немного, но защита результатов выборов была продемонстрирована на основе новых квантовых методов, а за ними будущее! Ведь возможности современной классической криптографии подрываются квантовыми компьютерами. В широко используемых классических методах криптографии кодирование и расшифровка используют два ключа: известный многим открытый и тайный, закрытый. Для открытия тайного ключа шифрования необходимо разложить открытый ключ на простые множители. При доста-



Учредитель:
Президиум НЦ РАН

Главный редактор
Разумов В.Ф.
Выпускающий редактор
Дроздов М.С.

Адрес редакции:
142432, Россия, Московская обл.,
г. Черноголовка,
Институтский проспект, 8

Телефон редакции:
(496-52) 280-77
E-mail:
SCCH_gazeta@mail.ru

Отпечатана в ГУП МО
"Ногинская типография"
по адресу: 142400, г. Ногинск,
ул. Рабочая, д. 115.
Тел.: (251)4-33-02, 4-30-03.

Объем 1,0 п.л.
Цена свободная
Тираж 999 экз.
Подписано в печать
24.02.2010 в 18.00
Заказ № 1358

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических выкладок, собственных имен, географических названий и других данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов. Перепечатка без согласования с редакцией "Научного центра" не допускается.