

# Заседание в РФЯЦ-ВНИИЭФ Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России

22 июля 2009 года

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Добрый день, уважаемые коллеги!

Мы с вами встречаемся в Сарове, чтобы в стенах Федерального ядерного центра провести второе заседание нашей Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики.

Как мы с вами и договаривались, заседания Комиссии будут тематические, в рамках тех приоритетов, которые мы определили, и желательно с выездом на местность, чтобы и мы с вами имели лучшее представление о наших текущих возможностях, и чтобы местным властям было веселее, а это тоже в нашей жизни немаловажно.

Мы сегодня с вами обсудим две темы. Первая часть нашего обсуждения будет посвящена развитию ядерных технологий, собственно поэтому мы здесь и находимся. Именно здесь 60 лет назад был создан первый советский ядерный заряд, благодаря чему была заложена основа, скажем так, стратегического паритета, ядерного паритета, который обеспечил стабильность на нашей планете на годы вперед. Ну, а использование ядерной энергии, безусловно, является важнейшей инновацией XX века.

Благодаря развитию ядерных исследований в послевоенной стране практически с нуля, после очень сложного периода, был создан мощнейший промышленный комплекс. При этом атомная промышленность потянула за собой развитие специального машиностроения, материаловедения, разработку и добычу урана, золота,

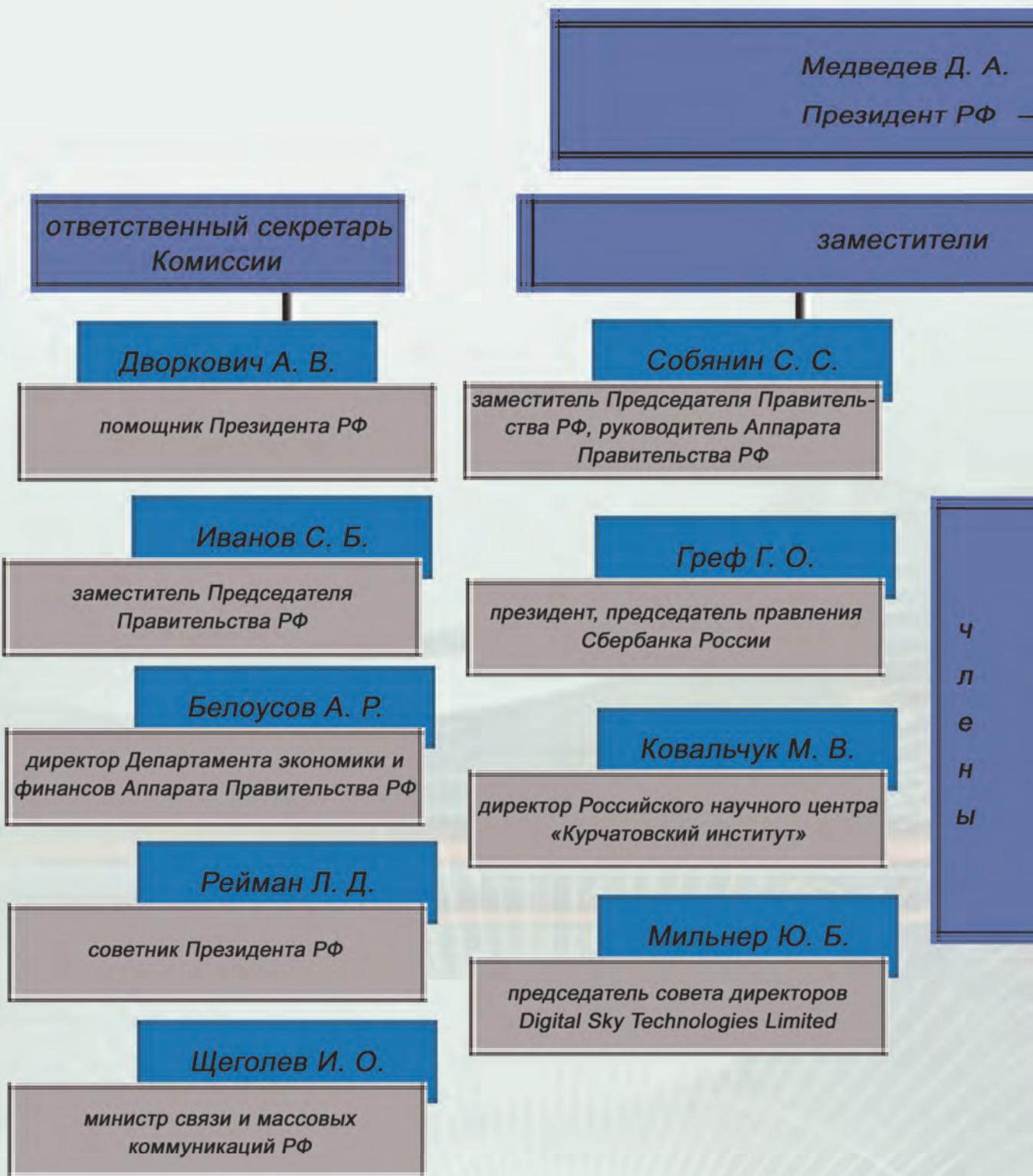
редкоземельных материалов. Тем самым был обеспечен так называемый научно-технологический прорыв, результатами которого мы с вами пользуемся по сей день. Отмечу также, что фактически каждый из пяти приоритетов, которые мы с вами обозначили и которые утверждены моим решением, так или иначе связаны с атомными технологиями, с атомной отраслью, — это и собственно ядерные технологии, и развитие ядерной медицины, и, конечно, космические технологии (прежде всего, перспективные энергоустановки для космических кораблей), новые виды энергоресурсов, включая водородную энергетику как отдельное направление. То есть, по сути, с атомной отраслью связаны все наши приоритеты. Это не случайно.

Концентрация усилий на нескольких смежных направлениях означает возможность сегодня не только запустить амбициозный, но

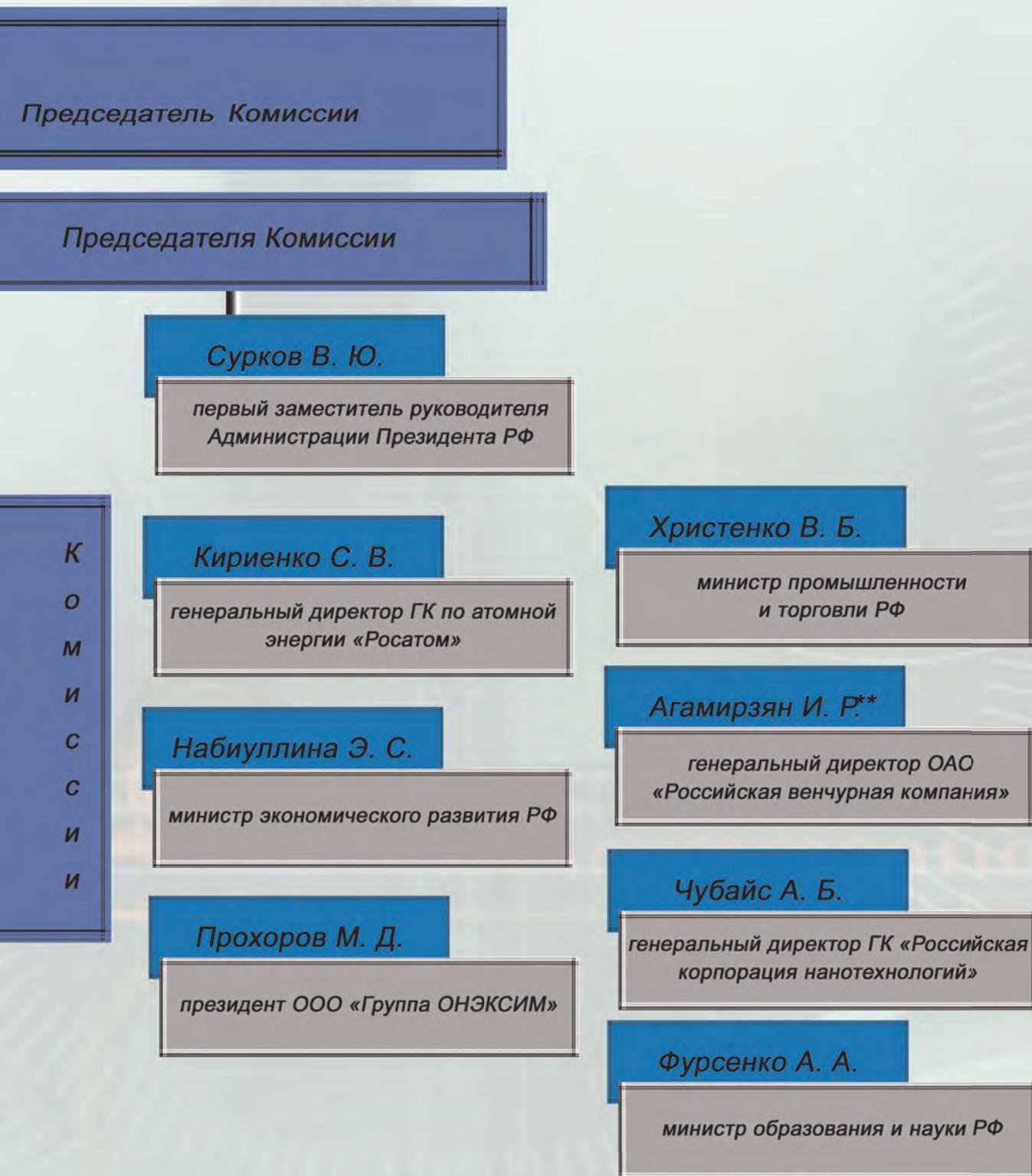


и вполне по нашим силам осуществимый проект — проект, который обеспечен существующими нашими технологическими разработками и, самое главное, сохраняющейся конкурентоспособностью атомной отрасли, причем, как принято говорить, с существенным мультипликативным

# Состав Комиссии при Президенте Российской Федерации по технологическому развитию



# Российской Федерации по модернизации и развитию экономики России\*



\*В соответствии с Указом Президента РФ от 20.05.2009 № 579

\*\*с учетом изменений, внесенных Указом Президента РФ от 05.08.2009г. № 917

эффектом. Реализация этих задач предполагает наиболее полное прикладное использование существующих и перспективных инновационных разработок в сфере ядерных технологий. Думаю, что мы об этом сегодня поговорим.

Вы знаете, что число стран, которые желают увеличивать долю атомной энергетики в своем национальном энергетическом балансе, растет. Скажем откровенно, на мой взгляд, некоторые колебания, а может быть, даже и заблуждения 80–90-х гг., остались в прошлом. Следовательно, растет и рынок высокотехнологичных продуктов и услуг.

Очевидно, что Россия здесь должна занимать свою, достойную нишу, соответствующую потенциалу нашей страны.

Не буду вас обманывать, я в ходе различных встреч с руководителями других государств очень часто обсуждаю эти вопросы. Конечно, интерес к нашему ядерному комплексу, к нашей атомной промышленности очень высок. Нас действительно считают — и небезосновательно — лидерами. Самое главное, чтобы эти лидерские качества мы сохранили на годы вперед.

Эксперты полагают, что, обладая новейшими технологиями и возможностями для обеспечения всего производственного цикла от добычи урана, текущего обслуживания до вывода из эксплуатации атомных станций, российские компании могут рассчитывать — во всяком случае, в текущей ситуации — как минимум на четверть сегмента мирового рынка. Это очень солидная позиция. Опять же нужно, конечно, стараться по возможности ее сохранить. Это масштабная задача.

Для того чтобы эту задачу решить, нам необходимо реализовать целый ряд проектов в нескольких временных горизонтах. Строго говоря, перед нами три масштабных задачи. В ближайшие два-три года с использованием современной промышленности, наукоемких технологий должны быть существенно оптимизированы эксплуатационные характеристики реактора ВВЭР, то есть водно-водяного энергетического реактора. Это первая задача.

Вторая задача, которая имеет отношение к среднесрочной перспективе, — сформировать новую технологическую базу атомной энергетики на основе замкнутого топливного цикла с реакторными установками на быстрых нейтронах.

И, наконец, в долгосрочной перспективе необходимо выходить на практическое или прикладное освоение технологий управляемого термоядерного синтеза как основы энергетики буду-

щего — то, собственно говоря, о чем мы говорим уже достаточно давно.

Не менее важной государственной задачей считаю создание условий для научного поиска и различных разработок в области фундаментальной физики. Это, по сути, теоретическая основа всех этих будущих действий. Для этого Правительством подготовлена федеральная целевая программа «Ядерные энерготехнологии нового поколения», которая рассчитана на среднесрочную перспективу. Финансирование этой программы предполагается начать со следующего года. Таковы планы по первому направлению работы нашей Комиссии и мои соображения.

И в дальнейшем это направление будет постоянно развиваться с наращиванием технических характеристик суперЭВМ, в том числе, конечно, и с использованием существующих сегодня возможностей по распределенным системам, так называемым грид-системам, с расширением как круга пользователей, так и географии такого рода возможностей.

Исключительно важным является сегодня создание соответствующего такой задаче программного обеспечения. Мы сейчас об этом говорили и с коллегами, и с молодыми учеными. Конечно, без специального программного обеспечения невозможно использование такой мощной вычислительной инфраструктуры, потому что одно, безусловно, взаимосвязано с другим. В этом смысле у нас, может быть, не самые плохие кондиции, несмотря на провалы 1990-х гг. Тем не менее в этой программной сфере у нас ситуация неплохая, а может быть, даже в чем-то мы и превосходим наших основных конкурентов.

Для воплощения этих проектов в жизнь требуются хорошо подготовленные специалисты. Особое внимание нам следует обратить на центры обучения и компетенции в профильных образовательных, исследовательских и учебных центрах.

Знаю также, что Комиссия времени не теряла, были проведены первые совещания, были предложены для обсуждения конкретные проекты, которые и будут приоритетами в нашей с вами совместной работе. Надеюсь, во всяком случае рассчитываю на то, что Комиссия взяла хороший старт. Самое главное сейчас — не расслабляться, даже в период летних отпусков. Поэтому предлагаю уже к следующему заседанию Комиссии представить детализированные по срокам планы-графики реализации этих проектов. Мы должны понимать, что будет происходить, в

какое время, потому что цель создания Комиссии остается прежней — пробовать и продавливать все те решения, которые мы считаем крайне необходимыми для нашей страны. В противном случае незачем было бы организовывать очередную структуру при Президенте.

Хотел бы также заметить, что я выполнил те обещания, которые брал на себя, те обязательства, которые принимались. Так, на прошлой неделе был подписан закон, точнее, изменения в закон о техническом регулировании, в соответствии с которыми все принимаемые технические регламенты будут содержать требования по энергоэффективности. Это теперь общее правило. Эти решения должны придать импульс нашей работе по повышению конкурентоспособности национальной экономики.

Как и договаривались, заседания Комиссии, несмотря на тяжесть наших с вами графиков, будут проходить не менее чем один раз в месяц. Сегодня в Сарове мы рассматриваем ядерные и компьютерные технологии, в августе я предлагаю обсудить фармацевтику, медицинские и ИТ-технологии, а в сентябре — космос и энергоэффективность, но это предложения для обсуждения.

А. В. ДВОРКОВИЧ. Спасибо, Дмитрий Анатольевич.

Действительно, прошли все заседания рабочих групп по направлениям и заседание сводной рабочей группы — вчера и позавчера.

Определен минимальный набор проектов, по которым нет разногласий, по каждому из пяти направлений, с разной степенью конкретизации. По ряду проектов — с достаточно серьезной детализацией, по другим — пока в широком виде. Следующая задача: по каждому из этих проектов и направлений сделать техническое задание, детальный план-график, в отдельных случаях — бизнес-планы (там, где речь идет о реализации непосредственно бизнес-проектов).

На сводной рабочей группе предложено несколько направлений работы по законодательным изменениям, по институциональным изменениям, которые сегодня нужны для того, чтобы эти проекты были реализованы, иначе они просто будут стоять на месте.

По ядерным технологиям и суперкомпьютерам сейчас пройдет обсуждение, поэтому я не буду говорить, какие конкретно направления здесь выбраны. Скажу только, что по суперкомпьютерам одним из вопросов, на который было обращено особое внимание, является оптимальный объем,



оптимальное число таких суперкомпьютеров в стране с учетом того, какие задачи перед нами стоят. Их не должно быть слишком много, их должно быть достаточно мало, но наибольшей мощности. При этом может быть достаточно много компьютеров существенно меньшей мощности для решения прикладных задач, прежде всего гражданского назначения.

Теперь по другим направлениям.

Электроэнергетика. Выбрано пять проектов. Это следующие проекты:

- замена существующих приборов освещения, то есть ламп накаливания, на новые приборы;
- введение приборов учета электроэнергии и системы учета электроэнергии;
- энергоэффективный город; речь идет о модернизации инфраструктуры существующих городов с тем, чтобы радикально повысить энергоэффективность в российских городах;
- энергоэффективный квартал — это строительство новых кварталов на основе энергоэффективных технологий;
- энергоэффективная компания; речь идет о реализации проектов в различных отраслях по повышению энергоэффективности отдельных компаний, чтобы создать модельные технологии повышения энергоэффективности.

Кроме того, обсуждался вопрос об инновационном направлении — альтернативная энергетика. Пока здесь конкретные проекты не ясны, они будут определены в ходе обсуждения в ближайшие несколько недель, до следующего заседания комиссии. Это инновационная часть работы.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. А с чем там трудность связана? По-моему, все инновационные вещи достаточно хорошо освещены в периодике.

А. В. ДВОРКОВИЧ. Трудность связана с выбором направления и с выбором критерия. Критериев может быть два. Либо это критерий максимизации экспортного потенциала. Например, в том, что касается солнечной энергетики, мы, скорее, можем рассчитывать на экспортный потенциал, чем на внутренние потребности.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Солнца мало.

А. В. ДВОРКОВИЧ. Да, солнца мало.

Мы можем предоставлять технологии, за счет которых можно такую энергию получать. Либо это повышение доли альтернативной энергетики на внутреннем рынке, тогда это другие технологии, в том числе и местного значения, даже такие простые технологии, как использование древесного, торфяного топлива, которые важны в конкретных местах. Но более инновационные вещи, конечно, связаны с ветровой энергетикой, а также с такими направлениями, которые носят долгосрочный характер: водород, термоядерное топливо.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Просто, мне кажется, все достаточно очевидно, быстрее заканчивайте, в том числе и по водороду.

А. В. ДВОРКОВИЧ. Была дискуссия, к окончательным решениям не пришли. Придем в течение нескольких ближайших недель, я думаю, буквально, двух-трех недель максимум.

Кроме того предполагается учреждение специальных премий, которые обсуждались на президиуме Госсовета в Архангельске, а также организация специального портала «Энергоэффективность» как части общего сайта, макет которого был тоже разработан по итогам решения прошлой Комиссии.

По медицинским технологиям три направления: разработка и производство медицинской техники и изделий медицинского назначения; второе — разработка и производство лекарственных средств для лечения и профилактики социально значимых и редких заболеваний. Речь идет как о модернизации, включая импортозамещение, в том числе с участием иностранных партнеров, так и об инновациях, то есть о разработке новых видов техники и новых лекарственных средств. И есть третье направление, полностью

инновационное, — это использование в медицине биотехнологий, клеточных, ядерных и нанотехнологий. Причем по каждому из трех направлений есть конкретный примерный набор проектов, примерно восемь-десять проектов в каждом направлении. Нам также до следующего заседания Комиссии в конце августа нужно будет принять решение по тому, какие из этих проектов мы будем реализовывать, и разработать соответствующие графики.

И последнее. По космическим технологиям, используемым для развития телекоммуникаций. Здесь четыре направления. Первое — навигация, включая ГЛОНАСС. Второе — это система мониторинга, а если говорить о двойных технологиях, то и слежения. Третье — это системы наведения, которые нужны в целях обеспечения обороноспособности. И четвертое — это часть системы телекоммуникаций, часть системы широкополосного доступа. По итогам обсуждения отдельной задачей внутри этого направления предлагается сделать внедрение широкополосного доступа, что связано, естественно, и с направлением развития информационных технологий в целом. Эту задачу вполне можно решить в обозримые сроки.

Таковы итоги. До следующего заседания Комиссии будут конкретные технические задания по каждому из проектов.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Спасибо, Аркадий Владимирович.

А теперь непосредственно переходим к проблематике сегодняшней Комиссии. Доклад Сергея Владиленича Кириенко по основным направлениям развития ядерных технологий. Пожалуйста.

С. В. КИРИЕНКО. Уважаемый Дмитрий Анатольевич!

Уважаемые коллеги!

С 1900 г. по 2008 г. население выросло в 4 раза, при этом потребление всех типов энергоресурсов — в 17 раз, а потребление электроэнергии — еще в 2 раза более быстрыми темпами.

Это говорит о том, что сегодня доступ к дешевым и надежным источникам энергии является ключевым вопросом жизнедеятельности и безопасности любой страны. Энергосбережения и энергоэффективности, безусловно, будут одним из приоритетов развития, о чем говорил Аркадий Владимирович, тем не менее это не позволит говорить о серьезном сокращении или даже о серьезном изменении темпов роста потребления энергии в мире. Даже если к 2030 г. Индия



и Китай будут иметь половину душевого потребления от сегодняшнего американского, одно это означает удвоение потребления энергоресурсов в мире. И самый максимальный рост энергосбережения может только чуть сдерживать эти темпы, но изменить их не в состоянии.

Уровень развития человечества всегда, в общем, очень четко зависит от того, как выстроена топливная корзина. XIX век был веком угля, электроэнергия составляла всего 0,5 % в конце века. XX век был веком углеводородов, в первую очередь это, конечно, нефть и газ. И весь сегодняшний облик мира выстроен на том, что дало получение энергии за счет сжигания нефти, газа. Но здесь уже существенное изменение произошло, довольно сильно вырос уровень потребления именно электроэнергии. И вот начало XXI века, уже 38 % составляет потребление именно электроэнергии.

В чем специфика электроэнергии? Это действительно энергия XXI века, но есть три фундаментальные проблемы в электроэнергетике.

Первая проблема заключается в том, что электроэнергия потребляется неравномерно. В Российской Федерации сезонный перепад потребления — 30 %, что очень много для такого масштаба, в том числе неравномерность территориальная. При этом мы имеем проблему: электроэнергию нужно транспортировать, а эффективной системы транспортировки сегодня нет.

Имеющиеся системы сетей ограничены объемом, который можно провести по этой сети, и сильно ограничены потерями, которые мы имеем, а значит, нельзя сделать, скажем, дешевые источники энергии там, где есть гидроресурсы, и спокойно передать их, скажем, из Сибири в европейскую часть России. Это невозможно.

Вторая проблема. На уровне маленьких батареек — это еще более или менее решенная задача, но в больших объемах хранить энергию долгосрочно и эффективно человечество не умеет.

И третья проблема, на которой я, собственно, и остановлюсь, — это все-таки структура топливного баланса, из чего теперь делать эту энергию. Соединенные Штаты при всем уровне своего развития: половина — это уголь, это 720 млн тонн угля, которые сжигаются ежегодно. На Китае это видно еще более драматично — это уже 2 млрд тонн, что говорит о том, что при сохранении даже самых консервативных темпов развития Китая, если у них сохранится такая структура топливной корзины, то вопрос даже не в том, где взять такое количество угля, теоретически его, наверное, можно добыть, пропускные способности китайских железных дорог меньше, чем то количество угля, которое надо будет перевозить. То есть логистика не позволит развиваться, не говоря уже о CO<sub>2</sub> и экологии.

Ну и, откровенно говоря, с углеводородами ситуация тоже в первую очередь будет связана, в отличие от угля, с их физическим исчерпанием, их просто нет в таком количестве в мире, плюс все та же проблема CO<sub>2</sub>. Да и, честно говоря, это ресурс, который жалко уничтожать просто путем сжигания.

В структуре России несколько уменьшилась доля газа за последнее время, но не кардинально.

Если говорить о том, какие источники энергии есть в распоряжении человечества, мы сделали такую небольшую историческую ретроспективу. Человечество начинало с того, что вынимало энергию за счет работы на молекулярном уровне вещества и за счет химических реакций, в первую очередь горения. Это уголь, чуть позже газ. В одном килограмме угля, если ты его самым эффективным образом используешь, 7 кВт·ч электроэнергии. В газе это в два раза больше. А вот при переходе с химических реакций на физические процессы и на ядерный уровень был достигнут сразу скачок в 10 тысяч раз, то есть с одного килограмма урана мы можем получить 120 тысяч кВт·ч электроэнергии.

И несмотря на то, что атомная станция — гораздо более сложный и дорогой объект, чем газовая или угольная, несмотря на то, что меры безопасности, в том числе те, о которых мы вам докладывали, требуют серьезных затрат, вот этот рост энергетической ценности в 10 тысяч раз, конечно, с неизбежностью толкнул человечество к тому, что стали двигаться в этом направлении.

Следующий этап — это то, о чем мы будем чуть позже докладывать как о новых технологиях, — переход с тепловых нейтронов на быстрые нейтроны. Он дает нам рост в 200 раз по энергетической ценности, или энергетической емкости. Но самое главное, что он дает нам возможность перейти на 238-й изотоп урана, количество которого фактически не ограничено в природе в отличие от 235-го, который сильно ограничен.

Следующий скачок, который перед человечеством существует, — это переход от вынимания энергии на том же физическом уровне, на ядерном уровне, но не путем деления, а путем синтеза. Это проект ИТЭР, это, собственно, термоядерный синтез, — здесь скачок в разы. Но самое главное, что это переход к практически неисчерпаемому топливу в виде водорода, количество которого фактически не ограничено и для человечества вполне доступно.

И дальше есть еще следующий процесс: еще со времени Эйнштейна была сформулирована гипотеза, что чем в меньшие размеры мы уходим, тем большие энергии могут высвободиться. И уровень кварков, то есть составляющих протона и нейтрона в ядре атома, нам это подтверждает. Два кварка в мезоне на расстоянии  $10^{-15}$  метра имеют энергию, с которой они удерживаются, 14 тонн. Масштаб энергии, которая там существует, колоссален. Мы даже не можем предсказать на самом деле, какие источники здесь могут возникнуть.

Исходя из этого, Дмитрий Анатольевич, в соответствии с поставленной Вами задачей выстроены четыре приоритетных проекта, четыре укрупненных приоритетных проекта по развитию новых атомных технологий. В первую очередь краткосрочный этап — это оптимизация имеющейся технологии. И горизонт — 2012 г., когда мы должны иметь этот продукт в виде коммерческого готового продукта. Среднесрочный — это быстрые реакторы, замкнутый топливный цикл. Чуть позже доложу, что это именно связанная вещь. И постановка задачи по более глубокой модернизации современных тепловых реакторов уже на уровне активной зоны и физики процесса. Долгосрочный уровень — это термоядерный синтез и с учетом международного проекта ИТЭР, и с учетом задач, которые надо решить внутри страны. И стратегический уровень — это все-таки развитие фундаментальной науки, чтобы двигаться на этот новый уровень доступности энергетических ресурсов.

Теперь по каждому проекту коротко отдельно. Проект номер один — оптимизация технологий

ВВЭР. Атомная энергетика сегодня в мире конкурентоспособна по сравнению с другими типами производства энергии. У нас одни из самых маленьких топливных затрат, меньше только у солнечной энергетике, но у нас самые высокие капитальные затраты. Поэтому в совокупности мы вполне конкурентоспособны, но очевидно, что основные силы нам надо потратить на то, чтобы снижать затраты на строительство и сооружение атомных станций, капитальные затраты. Это в первую очередь связано с повышением эффективности действующих блоков, то есть без изменения ядерного острова и активной зоны реактора. А компоновка энергоблока и ключевая вещь — технология сооружения — 6D-модель. Это 3D — проектирование и строительство в трехмерном изображении плюс информационное управление поставками всех ресурсов — деньгами, сроками, вплоть до количества людей на площадке. Все выстраивается в информационном режиме еще на стадии проектирования, что легко решается с учетом современных информационных технологий. Да, мы достигаем таких параметров по реактору, которые гарантированно обеспечивают нам сохранение конкурентоспособности российских атомных технологий на ближайшие годы как раз в рамках задач, которые Вы поставили.

Здесь только один важный момент, о котором мы хотели специально оговориться. Мы реализуем программу строительства атомных энергоблоков России. В соответствии с поставленной Вами задачей она не изменяется, и мы должны будем построить все те 26 новых энергоблоков, которые запланированы. Но в условиях финансового кризиса и падения потребления электроэнергии в стране пик строительства у нас сдвинулся на несколько лет, поскольку нельзя построить реакторы, которые не будут востребованы по электроэнергетике. Поэтому в ближайшие годы, если мы раньше планировали с первых лет идти по два блока в год, теперь у нас откорректированная программа — по одному блоку в год в ближайшие несколько лет, и при первых признаках исправления экономической ситуации мы выйдем на плановую задачу — два блока в год. Но тогда в первые годы нам надо компенсировать недостающий объем заказа для того, чтобы поддерживать машиностроение, поддерживать эти новые технологические решения, которые мы закладываем. Для этого есть возможность, и эта возможность — экспорт. Мы сегодня либо уже подписали контракты, либо находимся в стадии тендера с хорошими шансами на победу, либо в финальной стадии переговоров.

Объем колоссальный, мы можем получить сегодня очень большой объем заказов. Ключевые условия, Дмитрий Анатольевич, то, о чем мы Вам докладывали, правила этого рынка таковы, что без экспортного кредитования на него бессмысленно приходить. Мы понимаем, что в условиях финансового кризиса с этим совсем непросто, но, откровенно говоря, без масштабной поддержки в виде льготных государственных кредитов, сложно, потому что мы так строили в Индии, мы так строили в Китае и, собственно, так строили всегда. Советский Союз построил 27 энергоблоков действующих и еще 15 — остановленных, и все они строились таким образом.

Теперь все-таки действующая технология, при всем ее совершенствовании, мы оптимизируем реактор типа ВВЭР, но мы все равно понимаем, что есть, что называется, «родовые» недостатки тепловой технологии, которые не устранишь, как ты ее ни оптимизируй. И эти недостатки заключаются в следующем.

Первое. Мы, как я уже сказал раньше, работаем с редким изотопом урана-235, которого в природном уране всего 0,7 %.

Второе. Мы вынуждены дообогащать топливо, то есть довести содержание 235-го изотопа хотя бы до 3–5 %, и из-за этого эта огромная промышленность по обогащению урана, которая, конечно, с одной стороны, предмет нашей гордости, она у нас лучшая в мире, с другой стороны, это огромные затраты на топливном цикле.

А во-вторых, и это самое главное, при всем колоссально большем энергетическом эффекте от атомной энергетики (мы ведь на самом деле сжигаем при производстве энергии на атомных станциях всего 3–4 % от топлива, потому что горит только 235-й изотоп, 1 % его останется из 3–5 %, соответственно, сожгли мы 3–4 %, а все остальное — это оставшийся U-238) у нас не очень высокая эффективность, нам надо бы научиться сжигать 238-й изотоп урана, и тогда мы получаем доступ к совершенно большим запасам топлива.

Ну и плюс в тепловом реакторе неизбежным продуктом оказывается плутоний-239, а это сразу проблема нераспространения. И продукты деления, и долгоживущие актиноиды — изотопы, которые живут по тысяче, по 10 тысяч лет — все это довольно большие обременения на нас накладывают при технологиях работы с отработанным топливом.

Исходя из этого, следующим шагом является быстрая энергетика, атомная энергетика, энергетика на быстрых нейтронах. На первом заседании

Комиссии, Дмитрий Анатольевич, Вы поставили задачу: в качестве приоритетов надо брать только те направления деятельности, в которых у нас есть задел. Здесь у нас уникальный задел, лучший в мире, поскольку в России действует сегодня единственный в мире коммерческий реактор на быстрых нейтронах, это БН-600 на Белоярской атомной станции, под Екатеринбургом, опыт БН-350. Эти реакторные установки отработали более 140 реакторо-лет, причем очень успешно, и у нас уникальный опыт работы на них.

Кроме этого, — транспортные реакторные установки. Это в первую очередь атомная подводная лодка проекта 705. Уникальная лодка, которая ходила со скоростью, превышающей скорость торпеды, со свинцово-висмутовым атомным реактором. На лодке этот реактор оказался не очень удобен в эксплуатации по эксплуатационным характеристикам, но опыт накоплен достаточно приличный, и в береговых условиях, и по прошествии нескольких десятков лет мы можем использовать этот опыт. И плюс неплохой опыт работы со смешанным топливом, переработкой отработанного топлива в рамках реализации оружейных программ.

Исходя из этого, задача № 2, проект № 2, — это новая технологическая платформа, быстрые реакторы, это выбор теплоносителя. У нас есть опыт работы и с тяжелым теплоносителем — свинец, свинец-висмут, и с легким теплоносителем — натрий металлический. Это вопрос места быстрой энергетики, поскольку есть несколько концепций. Одна из них в том, что быстрые реакторы постепенно заменят тепловые. Вторая концепция заключается в том, что они будут долго сосуществовать вместе, когда быстрые реакторы могут использоваться для дожигания отработанного топлива тепловых реакторов, тем самым повышая и безопасность, и экологическую приемлемость атомной энергетики в целом.

И важнейшая вещь, конечно, — здесь вопрос очень четко связан с технологией переработки топлива. То есть это не просто новый реактор, а это новый топливный цикл с технологией переработки топлива. Выбор — водная или сухая, но для нас достаточно очевидно, что это должна быть сухая технология.

Исходя из этого, выстроена технологическая линейка по этому проекту, мы понимаем, что к 2014 г. мы должны запустить БН-800 и завод по производству МОКС-топлива к нему. В этот же период мы должны пройти ключевые развилки по выборам в технологии быстрых реакторов и сформулировать окончательное техническое

задание на основании НИОКРов и проведенной работы фундаментальной науки по модернизации тепловых реакторов. На 2020 г. — сооружение прототипа коммерческого энергоблока, быстрые технологии ориентированы на долгосрочную перспективу.

Следующий проект, № 3, — термоядерный синтез. Это более долгосрочная перспектива, коммерческая установка в прогнозах ожидается к 2040 г. Здесь подход следующий. Мы должны продемонстрировать, вообще говоря, техническую возможность удержания, поскольку то, что термояд можно зажечь, не вызывает ни секунды сомнений. Некоторые изделия, которые работают на термоядерной энергии, мы Вам показывали в рамках программы оружейного комплекса. Вопрос в том, можно ли удерживать плазму, получая с нее соответствующую энергию в гражданских целях. Для этого создан международный проект ИТЭР, поскольку затраты на этот проект таковы, что ни одна страна не взялась за создание термоядерного реактора самостоятельно, это международный проект, мы участвуем, 21 млрд рублей заложен в бюджете на участие России в этом проекте. Но очень важная вещь, которую мы заложили в свой приоритет, нельзя считать, что, приняв участие в международном проекте ИТЭР, мы после этого можем ничего не делать у себя в стране. Потому что ИТЭР закончится, давайте будем рассчитывать, как оптимисты, что он закончится успешным сжиганием и удержанием плазмы, но после этого все страны получают доступ к этому интеллектуальному продукту и разойдутся каждый к себе использовать эти результаты. Если к этому моменту выяснится, что мы не можем их использовать, — мы зря потратили деньги на участие в программе ИТЭР.

Поэтому ключевая вещь, конечно, для нас — это два вторых пункта в задачах проекта — обобщить опыт и обладать соответствующими компетенциями, обладать экспериментальной и технической базой и обладать людьми, которые способны с этим работать. Исходя из этого, построен план-график работы по этому проекту.

Фундаментальная физика. Здесь можно сказать только одно. Сегодня есть, конечно, соблазн, и такие формулировки иногда раздаются, что от фундаментальной физики в ближайшие годы нельзя ждать практических результатов, поэтому нечего вкладывать в нее большие деньги. Мы с этим столкнулись в том числе, когда готовили свою федеральную целевую программу «Энерготехнологии нового поколения», потому что она у нас после согласования с ведомствами осталась

чисто прикладная. Все задачи, в которых нельзя сказать, к какому году какой результат конкретно будет получен, оттуда, естественно, были вычеркнуты ведомствами, что соответствует сегодняшней политике, мы не имеем претензий. Но есть опасения, что мы можем потерять фундаментальные предпосылки.

Знаете, это немножко похоже на конец XIX века. Известная байка заключается в том, что, когда Макс Планк, основатель квантовой теории, учился в университете, его преподаватель говорил ему: «Не занимайся теоретической физикой, все уже открыто, ты потеряешь свою жизнь, ничего не достигнув». Через 10–15 лет после этого появилась теория относительности, появилась квантовая механика, появилась сегодняшняя стандартная модель.

Очень похожая ситуация может быть и сегодня, мы близки к этому следующему уровню. И те установки, которые есть сегодня в мире, с учетом участия России в них, позволяют ожидать, что очень может быть, что в течение ближайших нескольких десятилетий, а может быть, даже и в течение нескольких лет мы можем выйти на новый уровень. Да, мы не можем предсказать, какие практические применения мы от этого получим, так же, как никто в свое время не мог предсказать, что из квантовой механики и стандартной модели родится и вся атомная энергетика, и электроника, и лазеры, и мобильная связь, но в реальности это произошло.

Исходя из этого, четвертый проект — развитие фундаментальных исследований. Мы считаем, что главное, что здесь должно быть сделано: мы должны провести необходимые организационные изменения для того, чтобы просто сохранить этот потенциал. К сожалению, все новые установки, все за пределами Российской Федерации. Очень хорошо, что мы в них участвуем, но некоторые из этих решений еще надо будет довести до конца. Ваше поручение есть, Дмитрий Анатольевич, мы просто рассчитываем, что оно не исчезнет из бюджета при формировании. Нам нужно иметь такие установки в пределах Российской Федерации, и нам нужно иметь людей, которые способны на них работать и продвигать это.

Весь этот комплекс, который когда-то создавался при реализации первого атомного проекта, о котором Вы говорили, со временем распался на различные институты и различные ведомства... Сегодня, видите, институты с названиями теоретической физики, экспериментальной физики и тому подобные находятся как минимум в трех ведомствах: Росатоме, Роснауке, Академии

наук. Их надо соединять все в один центр. В общем, совершенно не важно, как он будет собран. Мы, как госкорпорация «Росатом», не претендуем на то, что это должно быть у нас, мы готовы сделать это под Роснаукой. Важно, чтобы это было сконцентрировано, чтобы можно было эффективно управлять деньгами и задачами, с тем чтобы точно выстроить единую программу необходимых исследований. В этот центр управления надо передать управление участием России в международных проектах по фундаментальной науке и, откровенно говоря, здесь же надо будет выстроить полноценную экспериментальную базу, провести оптимизацию, существенно повысить производительность труда и эффективность работы, сделать современные установки, но уже как установки коллективного пользования. Не в каждом институте старенький реактор, как он есть сегодня, или старенький ускоритель, а современный реактор, но один, современный ускоритель, но один, который выстроен как система коллективного пользования с единой постановкой задач.

Мы считаем, что сначала надо пройти организационный этап, и тогда мы сможем в рамках соответствующей рабочей группы быстро положить проект, как он будет выглядеть дальше. Это, собственно, та самая федеральная целевая программа «Энерготехнологии нового поколения», о которой Вы уже сказали, она согласована, внесена в Правительство, в ближайшее время ожидаем распоряжения об утверждении, 128 млрд, о которых Вы сказали. Но хочу сразу сказать, что, конечно, это программа, позволяющая стартовать, но не позволяющая долгосрочно развивать, потому что она в конечном счете, конечно, прикладная. Примерно 75 % затрат по этой программе идет именно на быстрые реакторы и топливный цикл к ним, а все остальное — только в поддерживающем режиме, поэтому, конечно, на это потребуются дополнительные деньги. Но за счет этой программы мы в состоянии стартовать, пройти ключевые развилки для того, чтобы понимать осознанно, куда и во что надо вкладывать деньги, с тем чтобы они не были потрачены впустую.

И в заключение буквально несколько слов о дополнительных проектах, которые не попали в наши приоритеты, хотя, в общем, имеют и заделы, и конкурентоспособность, и очень хорошие перспективы для России. Это просто проекты, которые на стыке с другими рабочими группами.

В первую очередь, это энергетические установки — транспортные, космические, это, конечно,

мы будем делать вместе с рабочей группой космоса, поскольку освоение космоса без ядерных энергетических установок просто невозможно. Но мы понимаем, что мы здесь исполнители, заказчиком выступает группа космоса, и мы готовы под эту задачу работать. Сюда же будут отнесены транспортные энергетические установки — это и военные задачи подводных лодок, это и задачи с учетом станций малой мощности, плавучие станции первые, которые мы строим. Здесь довольно большой комплекс вопросов.

Второе — это изотопы и радиофармпрепараты. Это технологическая база для ядерной медицины. Мы пока не рассматривали этот проект у себя, поскольку считаем, что он на стыке у нас с медицинской группой. Но потенциал здесь огромный. Могу просто сказать, что сегодня мы по отдельным изотопам имеем от 50 до 100 % мирового рынка, но при этом, если, например, посмотреть на диагностику, которая производится с помощью этих изотопов, то у нас порядковые, если не двухпорядковые, отличия. А по количеству установок, например, с использованием этих изотопов — в Соединенных Штатах 9 тысяч гамма-камер, у нас — 150. При этом это все за счет изотопов, а иногда интеллектуального потенциала Российской Федерации. Следующее направление — это радиационные источники излучения. Мы их отделили, поскольку кроме медицинского использования у изотопов и различных радиационных источников есть еще целый ряд важных направлений. В первую очередь это стерилизация в сельском хозяйстве. В большинстве стран мира сегодня более 50 % сельхозпродукции стерилизуются способом радиоактивного излучения изотопов. У нас процент бессмысленно считать, он исчезающе мал, в пределах погрешности. И то же самое касается неразрушающего контроля, систем безопасности, диагностики.

Ну и завершающая часть — это проект по суперкомпьютерам, о котором будут говорить коллеги в следующем докладе.

Но мы понимаем, что все эти проекты действительно вписываются в программу, о которой Вы сказали, что атомная отрасль как в первом ядерном проекте, когда создавался ядерно-оружейный комплекс России, выполняла задачу локомотива для других отраслей, мы понимаем, что эта задача стоит перед нами и сейчас, и готовы поставленную задачу выполнять.

Спасибо.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Спасибо, Сергей Владилевич.

У меня маленький конкретизирующий вопрос. Вы сказали по поводу этого FAIR'a в Дармштадте. Что нужно сделать? Я посмотрел проект поручения. Что там должно быть отражено?

**С. В. КИРИЕНКО.** Дмитрий Анатольевич, дополнительного решения не нужно. Мы исходим из того, что решение Вы приняли, поручение соответствующее Вы подписали, мы соответствующие документы внесли. Поэтому ожидаем, что просто технически пройдет решение. Просто, знаете, из разряда «Карфаген должен быть разрушен», я об этом все-таки сказал, поскольку окончательно финансирование под этот проект еще не открыто, но, с другой стороны, мы со всеми ведомствами договорились.

**Д. А. МЕДВЕДЕВ.** Надо, чтобы проконтролировали, если решение принято.

Спасибо, Сергей Владиленич.

Вторая тема сегодняшнего обсуждения на Комиссии: развитие суперкомпьютерных и грид-технологий. Доклад Игоря Олеговича Щеголева. Пожалуйста.

**И. О. ЩЕГОЛЕВ.** Спасибо, Дмитрий Анатольевич.

Уважаемые коллеги!

Сергей Владиленич уже плавно подвел нас к перспективам применения самых современных информационных технологий и мощных машин в одной из наиболее динамично развивающихся и принципиально важных для модернизации экономики отраслей нашей промышленности и отраслей нашего знания. В целом это отражает мировую тенденцию, которая свидетельствует о том, что большинство развитых государств мира очень активно применяют прогнозное моделирование жизненных систем, где формируются сложные процессы, и виртуализацию традиционных ресурсоемких натуральных испытаний с помощью суперкомпьютерных и грид-технологий. Кроме того, это все активнее применяется и в гораздо менее сложных сферах, и уже распространяется как на защиту здоровья и безопасность населения, так и в переходе к непосредственному коммерческому применению.

Здесь мы в общих чертах назвали те направления, где это имеет наибольшие перспективы и где в нашей стране уже существуют достаточно серьезные заделы.

Развитие этих технологий привело к тому, что те расчеты, которые с применением предыдущих, пусть и самых прогрессивных технических



средств, занимали многие и многие месяцы и даже годы, сейчас вполне возможно осуществить за считанные недели и даже часы.

Сложные многоядерные компьютеры, объединенные высокоскоростными каналами и оснащенные специализированным программным обеспечением для организации параллельного выполнения задач с использованием стандартизированных специальных библиотек, дали научному сообществу возможность использовать географически удаленные вычислительные и информационные ресурсы.

Достаточно посмотреть на соотношение по производительности между различными странами, чтобы понять, какое место в этом списке общем занимает наша страна. За минувшие полгода с 9-го места мы опустились на 14-е место.

При этом следует отметить, что в данном графике не учтены мощности очень многих специализированных центров, в том числе подобных тому, где мы сейчас находимся, поэтому в реальности статистика может выглядеть несколько по-иному, но так или иначе тенденция примерно понятна. Так, например, из тех систем, которые участвуют в этом рейтинге, из восьми российских на ноябрь, в июньском осталось только четыре системы. Это ТОП-500. И самый мощный наш компьютер переместился с 35-го на 54-е место.

Если говорить о грид-системах, то в принятой открытой архитектуре грид-сервиса функции грида возлагаются на отдельные относительно независимые компоненты, которые реализуют

стандартизированные грид-протоколы. Всего таких сервисов насчитывается более двух десятков, которые делятся на три главные группы — это сервисы запуска и сопровождения задач, сервисы передачи и хранения данных, сервисы мониторинга и информирования. Архитектура также содержит единую систему безопасности, которая решает задачи авторизации, аутентификации, целостности, делегирования и защищенности.

Серьезный задел в нашей стране создан в результате промышленной эксплуатации российского грида для интенсивных операций с данными, который объединяет 15 суперкомпьютерных центров, а также практической обработки данных экспериментов в рамках крупного международного процесса, который по-разному оценивается и даже стал уже во многом притчей во языцех. Но, так или иначе, его значение — я имею в виду Большой адронный коллайдер в ЦЕРНе — так или иначе, его значение именно для развития и практической обкатки очень многих грид-технологий имеет большое значение и для нашей страны. Россия участвует среди 54 стран, которые подключены к этому проекту. 15 организаций, как я уже сказал, участвуют от Российской Федерации. И в целом наша позиция в данном проекте достаточно успешная. Результат такого рода практических наработок, с нашей точки зрения, должен быть использован в других фундаментальных и прикладных исследованиях не только в интересах науки, но и в интересах различных отраслей экономики, а также в социальной сфере.

Если говорить о проблемах, связанных с развитием суперкомпьютерных и грид-технологий, то следует выделить прежде всего отсутствие инвестиций из реального сектора экономики в долгосрочные проекты развития такого рода технологий. Возможно, это объясняется известной инертностью, однако, с нашей точки зрения, это объясняется еще и тем, что такого рода технологии пока остаются уделом очень узкого круга посвященных. Это, соответственно, ограничивает и их распространение, и рост числа профессиональных кадров, которые могут работать с такого рода технологиями. В известной степени повторяется то, что происходило раньше с интернетом. Он создавался как технология для науки и специальных военных исследований, однако затем, мы видим, насколько революционно это отразилось на состоянии нашего общества, нашей экономики и очень многих даже социальных явлений в целом.

Дефицит кадров объясняется в значительной степени тем, что мы до последнего времени,

об этом говорил Аркадий Владимирович, делали ставку на чисто количественный показатель и считали основным индексом успешности или неуспешности наличие большого количества очень мощных установок в нашей стране.

Мы считаем, что на данном этапе этот подход является естественным ограничителем, и делаем ставку на то, чтобы построить определенную иерархию, такого рода систему, которая должна завершаться наличием действительно мощных установок для проведения наиболее сложных и фундаментальных исследований. А внизу этой пирамиды должно находиться большое количество относительно небольших компьютеров, но с очень широкой географией и связанных в высокопроизводительные сети, которые позволяли бы очень быстро и динамично откликаться на возникающие задачи и применять на определенном этапе в том числе систему так называемых «облачных вычислений», которая делает доступным этот сервис через интернет, в том числе и для неподготовленных пользователей, поскольку эти технологии, их интерфейсы позволяют решать достаточно сложные и объемные задачи людям, которые не проходили большой и специальной подготовки.

В нашей стране существует несколько сетей, которые служат для обмена подобного рода данными, однако пока эти сети носят сугубо отраслевой характер и при всем своем большом количестве их характеризует очень низкий уровень интеграции.

Мы считаем, что, безусловно, нам необходимо сформулировать в ближайшее время основы государственной политики в данной области и сформулировать методы государственного стимулирования. Так, в ряде европейских стран реализуются государственные программы, условием предоставления финансирования по которым является использование суперкомпьютеров и грид-технологий.

Безусловно, одним из важнейших направлений должно стать развитие инфраструктуры, построение достаточно мощных сетей и интеграция ресурсов уже существующих отраслевых систем и транспортных сетей, разработка единых стандартов и создание общей системы управления и безопасности, об этом пойдет речь в одном из последующих докладов.

Безусловно, одним из главных путей преодоления проблем в данной области должно стать создание системы обучения и профессиональной подготовки специалистов с привлечением в том числе крупнейших поставщиков оборудования по той модели, которая частично применяется в других

отраслях и в информационных технологиях, когда на базе крупнейших институтов создаются центры квалификации, где выпускников и студентов готовят по самым передовым технологиями и работе на тех компьютерах, которые поступают в производство и начинают внедряться как в науке, так и в промышленности.

Мы считаем, необходимо сосредоточить наши усилия не только на разработке компьютеров и программного обеспечения, но также методах моделирования и высокоскоростных вычислениях, а также прикладных продуктах для базовых отраслей экономики, и об этом, насколько я понимаю, в частности, пойдет речь в докладе Валентина Ефимовича.

И, безусловно, мы хотели бы продолжить наше участие в крупных международных проектах, где у российских ученых есть очень неплохие и стартовые условия, и достижения, которые именно позволяют решать сразу несколько задач — и по подготовке программного обеспечения, и по подготовке кадров.

Буквально несколько слов о существующей у нас структуре сетей. Она показывает, что развитие данных технологий позволяет нам не только строить сети внутри страны, но и активно подключаться к тем мощным сетям, которые в настоящее время существуют за границей. К сожалению, на настоящий момент пропускная способность наших сетей кратно уступает тем сетям, которые для подобных целей создаются в мире. Определенным ограничением служит то, что наши научные учреждения создают эти сети, задействуя операторов связи по коммерческим расценкам. В мире практика иная. Там создаются выделенные сети. Мы считаем эту схему не самой перспективной. Мы считаем, что гораздо перспективнее было бы задействовать наших операторов и компании, строящие магистральные сети связи, для того чтобы они сдавали в аренду так называемые «темные волокна» — незадействованные каналы связи, поддерживали их, и при этом оплата шла бы исключительно за эксплуатацию данных каналов, а не за объем пропускаемого трафика, который достаточно критичен именно для данного рода технологий, что в значительной степени позволило бы создать очень мощные стимулы для внедрения и появления перспективных новых моделей в данной сфере.

Приоритеты развития — это атомная и ракетно-космическая отрасли, о чем мы сегодня достаточно подробно говорили, это авиа-, судо- и автомобилестроение, нефтегазовый комплекс, энергетика, транспорт, связь, образование, медицина,

обеспечение безопасности жизнедеятельности, социальная сфера, развитие разработки программ свободного кода, создание новых эффективных поисковых систем, а также разработка методов и технологий коммерческого применения грид-технологий, которые в ряде стран уже активно коммерциализируются. В нашей стране до этого еще пока дело не дошло.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Спасибо, Игорь Олегович.

У меня один вопрос — по объему и скорости использования соответствующих сетей, по трафику. Вы сказали, что у нас несопоставимые в этом смысле показатели, это правда. На какой уровень нам нужно выйти, чтобы инфраструктура соответствующих грид-систем была бы сопоставима с иностранными аналогами?

И. О. ЩЕГОЛЕВ. Порядка 10 гигабит.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Гигабит в секунду?

И. О. ЩЕГОЛЕВ. Да.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. А у нас сейчас до 100 мегабит.

И. О. ЩЕГОЛЕВ. До 100 мегабит. И то, Дмитрий Анатольевич, эти 100 мегабит — это не постоянно действующий канал связи. Это те каналы связи, которые создаются под отдельные проекты. И последний год практически такого рода проекты...

Д. А. МЕДВЕДЕВ. У нас и 100 мегабит ни у кого нет на самом деле.

Понятно. То есть отрыв очень значительный.

И. О. ЩЕГОЛЕВ. И это одно из самых главных ограничений.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Спасибо.

Пожалуйста, Валентин Ефимович Костюков — директор Российского ядерного центра — ВНИИ экспериментальной физики.

В. Е. КОСТЮКОВ. Уважаемый Дмитрий Анатольевич!

Уважаемые члены Комиссии, приглашенные!

Я свое выступление хотел бы начать с фразы, которая постоянно фигурирует в различных средствах массовой информации и в отчетах о деятельности правительств, научных сообществ и бизнес-сообществ, что суперкомпьютерные



технологии — основное технологическое оружие XXI века для достижения конкурентоспособности на мировом рынке. Именно этот тезис на сегодняшний день абсолютно востребован.

И в рамках своего сообщения я хотел бы по ряду направлений деятельности Российского федерального ядерного центра отметить тот уровень, где мы сейчас находимся, и на основе его сделать некоторые предложения по конкретным проектам.

Оценивая этот уровень, я хотел бы прежде всего отметить, что мы ответим на вопрос о заделе, о конкурентоспособности, о мультипликативном эффекте и его влиянии на безопасность и оборону страны.

Суперкомпьютерные технологии в конце 1980-х гг. стали безальтернативным инструментом нашей основной деятельности. И, безусловно, это наложило на коллектив Российского федерального ядерного центра особую задачу.

В рамках этой части необходимо отметить, что вся предыдущая наша деятельность была связана именно с использованием этих методов. И эти методы росли в рамках тех условий, в которые мы были поставлены. Очень серьезный тезис: «условия, в которые поставлены». Так вот наша промышленность сегодня поставлена в те жесткие условия, когда без суперкомпьютерных технологий не будет конкурентоспособности. Собственно, мы сейчас, с нашей точки зрения, подошли к тому этапу, в каком мы находились в конце 1980-х гг.

Я хотел бы отметить одну тенденцию, о которой постоянно сегодня говорится, о том, что ведущие оружейные лаборатории мира используют часть своих вычислительных мощностей для

реализации гражданских проектов. Такие планы существуют и в нашем ведомстве, и эти планы отражены с достаточно серьезной тенденцией ввода этих мощностей для реализации конкретных задач.

Еще один тезис, который подтверждает нашу конкурентоспособность и используемый задел. Сегодняшняя ситуация, связанная с анализом использования программ имитационного моделирования при производстве высокотехнологичной продукции, говорит о том, что порядка 47 % продукции производится с использованием моделирования части систем, 32 % продукции — с использованием моделирования всех систем проектируемой продукции, и только 15 % производится с полномасштабным имитационным моделированием проектируемых изделий.

Мы вступили в этот процесс в более поздний период, с середины 1990-х гг., когда ведущие западные разработчики программного обеспечения уже имели достаточно серьезный задел на персональных ЭВМ и распространили его на рабочие станции с числом процессоров до ста. Мы, встав на этот процесс позднее, как я уже говорил, сразу перешли к вопросу создания этого программного обеспечения фактически для ЭВМ с массовым параллелизмом. И это наш задел на сегодня, он конкурентоспособен, он признан нашими коллегами, которые работают в этой отрасли.

Итак, несколько проектов, которые мы сегодня хотели бы предложить. Они объединяются в три раздела. Первый раздел — создание базовых основ, второй — прикладные проекты, и третий — инфраструктурные проекты, включая кадровое обеспечение.

Первый проект связан с базовым рядом ЭВМ. Мы объединяем здесь всех участников, которые работают на этом поле, включая академические, отраслевые организации, частный бизнес, и ставим задачу создания не только высокопроизводительных ЭВМ, мы ставим задачу создания ряда машин среднего и малого класса.

Безусловно, только решение вопросов, связанных с созданием базового ряда, не может быть эффективным без программного обеспечения.

И второй проект — это отечественное многофункциональное программное обеспечение для отечественного моделирования. Фактически здесь собраны также головные предприятия, которые имеют в этом плане заделы, которые будут в рамках этого проекта объединены единым целеполаганием.

В рамках этого проекта мы опираемся на достаточно среднесрочную программу.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Валентин Ефимович, извините. У Вас есть массовые суперЭВМ от 1 до 5 терафлопа. Насколько это может быть популярная тема? Этот рынок как-то определяли в стране, насколько он может быть развитым?

В. Е. КОСТЮКОВ. На сегодняшний день, Дмитрий Анатольевич, терафлопная машина, как мы Вам уже докладывали, фактически заменяет 30–40 персональных машин, работает в комнатной среде. И для уже инновационного бизнеса средних и больших компаний это абсолютная необходимость, которая возникнет в ближайшее время, 2009–2010 гг., с появлением их на рынке. Это абсолютная новизна, и я считаю, что она приобретет точно такой же характер, который связан с приобретением рабочих станций.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Сколько такая машина может стоить?

В. Е. КОСТЮКОВ. Эта машина на сегодняшний день стоит порядка 1 млн рублей, это машина специализированная, и 1,8 млн рублей — машина, которая воспринимает как отечественные, так и импортные программные продукты. Это абсолютно конкурентоспособная цена.

Д. А. МЕДВЕДЕВ: Понятно. Спасибо.

В. Е. КОСТЮКОВ: Итак, мы говорим о среднесрочной программе. Почему среднесрочная программа до 2012 г.? Потому что создан достаточно серьезный задел, и мы сегодня должны принять все необходимые меры для того, чтобы вывести этот программный продукт на рынок, сертифицировать его, довести до коммерческого уровня и вывести на рынок для того, чтобы получить практический результат не только в данном проекте, но и в коммерческой его составляющей, ставя при этом себе задачу к 2012 г. иметь комплексное имитационное моделирование как основу конкурентоспособности.

Конкретные четыре проекта, которые внедряются в различных направлениях, которые практически реализуются в Ваших тезисах и в Ваших программных заявлениях, — это энергетика, это авиация, это автомобильная техника и космос.

С точки зрения проекта ядерных энергетических установок. Здесь у нас уже сложившаяся кооперация с достаточно серьезным заделом, и мы считаем, что те задачи, которые поставлены на этих этапах, по созданию виртуального

ядерного острова, прогнозируемые, и мы их можем в ближайшее время получить как основу конкурентоспособности. Здесь планируется адаптация базовых программ, фактически их сертификация и специализированные пакеты прикладных программ.

Авиационные направления. На сегодняшний день присутствующий здесь Михаил Асланович [Погосян], руководитель компании «Сухой», абсолютно адекватно ставит перед нами задачи движения в этом направлении, фактически предвосхищая все вопросы, связанные с заменой импортного программного обеспечения для решения конкретных задач. И к 2012 г., говоря об основах виртуального самолета с точки зрения аэродинамики и прочности, это реальные задачи, может быть, напряженные, но, с нашей точки зрения, реальные.

Вопросы, связанные с автомобилестроением. Мы сориентировались на КамАЗ по нескольким причинам, в том числе и по тем причинам, которые связаны с приобретением этой уважаемой фирмой зарубежных продуктов, которые рассчитаны на персональные технологии. 300 тысяч евро, потраченные на это направление, фактически на сегодняшний день с поддержкой 40 тысяч евро ежегодно за этот программный продукт привели этих разработчиков во ВНИИЭФ. И мы с ними имеем на сегодняшний день программу по замене этого импортного программного обеспечения с задачей создать в 2012 г. виртуальный автомобиль. Мы обсуждали это с Минтимером Шариповичем [Шаймиевым], и эта задача им одобрена, он также готов реализовать эти вопросы.

Вопросы, связанные с Роскосмосом. Прежде всего это вопросы, связанные с отработкой ракетных двигателей для реализации космических средств доставки. И поэтому задача, связанная с реализацией «Ангары-А5», как ключевого двигателя ракеты-носителя, к 2012 г., также обсуждена нами с отраслевыми руководителями и непосредственно с главными конструкторами.

Я ее проиллюстрирую, то, что нам необходимо создать в пределах этих трех лет для объединения всех ресурсов, и, безусловно, кадровое обеспечение, о котором здесь чуть позднее будет говориться.

Каким образом мы видим источники и схему финансирования? Безусловно, она будет состоять из тех средств, которые вносят сами заказчики, и федеральных средств. Причем федеральные средства, исходя из той философии, которая сегодня проповедуется в рамках государственных структур, направляются на создание основ,

на инфраструктуру. Отраслевые, или средства заказчиков, — на коммерциализацию продукта и реализацию. Поэтому в конечном итоге объемы финансирования до 2012 г. представлены в этой программе. Мы просили бы нас поддержать в выделении их в пределах 2010 г. Часть из них уже апробирована, она находится в различных программах, а та небольшая часть, которая на сегодняшний день здесь представлена, она требует как федеральной поддержки, так и отраслевых вложений.

Наши предложения по реализации программ развития суперкомпьютерных технологий состоят из трех пунктов, которые практически развивают предыдущий доклад. Утвердить перечень проектов по представленному направлению, рабочей группе по направлению «Стратегические и компьютерные технологии и программное обеспечение» с учетом сегодняшнего обсуждения доработать и утвердить сетевые планы-графики реализации проектов. Мы берем на это достаточно короткое время. Госкорпорации и другим заказчикам представить в Правительство предложения по обоснованию данных проектов для соответствующего утверждения по объемам их финансирования в 2010 г.

Спасибо. Доклад закончен.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Спасибо, Валентин Ефимович.

Мы потом еще вернемся к финансированию, может быть, в конце разговора, чтобы окончательно точки над «i» расставить.

Единственное, что я хотел бы все-таки у Вас уточнить. Все-таки насколько наша промышленность готова сейчас к тому, чтобы такого рода заказы помещать? Потому, как вот Вы упомянули, счастливые примеры того, кто этим занимается, КБ «Сухого», КамАЗ. А кто еще?

В. Е. КОСТЮКОВ. В рамках наших контактов — это НПО «Сатурн», абсолютно готовы и работают с нами в этой части, это наши коллеги, которые занимаются вопросами прочности из Роскосмоса по созданию ракетных систем, это воронежские предприятия химической автоматики, это предприятия, которые сейчас на подходе в области создания, я бы сказал, элементов ключевых направлений, высокотехнологичных отраслей промышленности.

Я могу отметить движение по направлениям, связанным с отдельными компонентами систем в той же авиационной промышленности, в аэрокосмической промышленности, в атомной

энергетике и в тяжелом машиностроении. Фактически мы на сегодняшний день выходим на серьезные проекты, обсуждаем внедрение этих направлений. Есть предложения в Комиссию по нанотехнологиям, и по Российским железным дорогам в части тяжелого машиностроения.

Д. А. МЕДВЕДЕВ. Понятно. Просто почему я об этом сказал, Валентин Ефимович? Вы, наверное, правы, что этот круг, он будет так или иначе расширяться, но мы должны все-таки и нашу промышленность стимулировать на то, что они должны пользоваться соответствующими услугами. Понимаете, это дорога со встречным движением. Мы занимаемся созданием суперкомпьютеров, сегодня говорим об этом, Вы этим занимаетесь профессионально, ряд других Ваших коллег тоже этим занимаются, но наша промышленность тоже должна тянуться к этому, чтобы невозможно было себе представить иное какое-то решение этих задач. Потому что иное решение задач — это, во-первых, и потеря конкурентных позиций, и просто мы иначе будем смотреться в ряду других производителей той или иной техники.

Третье сообщение — Виктора Антоновича Садовниченко, ректора МГУ, — по кадрам.

В. А. САДОВНИЧИЙ. Спасибо, Дмитрий Анатольевич.

Я хочу продолжить мысль, которая звучала у каждого, что супервычисления и суперкомпьютерные технологии являются вызовом. Я бы сравнил этот вызов с тем, который был предъявлен нам в свое время в микроэлектронике, который мы проиграли, с вызовом, который был нам предъявлен по персональным компьютерам, мы тоже его проиграли, вызовом по нанотехнологиям, и мы, слава богу, здесь взяли и соревнуемся, я думаю, успешно. И вызов по супервычислениям — это следующий вызов.

Я хочу привести одну цифру. Из ТОП-500, это некий клуб — 500 самых крупных суперкомпьютеров мира, 300 с лишним вычислителей в Соединенных Штатах. В других странах, которые идут далее — Япония, Германия, Франция, Великобритания — десятки. Россия значится в этом графике пока в «прочих». Таким образом, развитие супервычислений — безусловно, важнейшее направление. И мы благодарны Вам, Дмитрий Анатольевич, за поддержку.

Теперь я хотел поговорить о кадрах. И в этом вопросе кадры решают все. Потому что можно собирать супервычислители, можно покупать



их, но если нет специалистов и, конечно, то, что Вы говорили, нет потребности в таких вычислениях, то мы проиграем этот вызов.

Что касается потребностей, то супервычисления по своей природе предназначены для решения задач, которые не решаются обычным способом.

Я знаю, в лаборатории в Ливерморе сформулировано около десяти проблем — это и океан, и земля, и космос, и медицина, и лекарства. Все они рассчитаны на поддержку и на моделирование на супервычислителе.

Что касается кадров. Где их надо готовить? Здесь тоже не надо делать ошибку. Я считаю, что кадры надо готовить в тех центрах и в тех местах, где есть совпадение нескольких параметров. Прежде всего должна быть инфраструктура, должны быть супервычислители, должны быть хорошие научные школы математики, физики, химии, биологии и информатики, которые являются основой подготовки таких специалистов. В этих центрах должна быть хорошо обеспечена программная часть, то есть и программы разработаны, и создана практика, лаборатории, и так далее. И, конечно, эти центры должны быть окружены, я здесь полностью согласен с предыдущими выступлениями, грид-технологиями. И сейчас уже появился новый термин — «облачные технологии», это новый этап грид-технологий, в которые мы просто обязаны в открытой части тоже входить и интегрировать с мировым пространством. Таких центров на самом деле, может быть, и не так много, и задача наша — выбрать, где готовить специалистов по супервычислению.

Сейчас я больше акцент сделаю на подготовке специалистов для крупных задач, в конце скажу одну фразу о рыночной части и подготовке

специалистов, то, что идет на рынок. Я хочу привести пример не для того, чтобы показать, что это МГУ, но просто для того, чтобы понять, что для этого надо. Сейчас в МГУ работает в сумме 100-терафлопная мощность — первый компьютер «Чебышев» — 60 терафлоп производства России, его делали «Т-Платформы», Московский университет и Академия наук. Он вообще в списке ТОП-500, он загружен на 95 %, работает, решая порядка 120 задач, в том числе и обучение специалистов.

Второй, покупной, «Blue Gene» — около 30 терафлоп. Но эти системы дополняют еще кластеры, которые имеют мощность от одного до пяти терафлоп, и, таким образом, создана цепочка, необходимая для подготовки кадров.

И мы делаем прорыв, хочу обратить на это, возможно, внимание высокого собрания, что через два месяца мы введем в Московском университете 500-терафлопный супервычислитель. Он будет самый мощный на это время в России, он выведет даже нашу страну в ТОП-500 на несколько мест, я думаю, в десятку мы можем вернуться. И снова, этот супервычислитель — производство наше, то есть «Т-Платформы» и Московского университета. В принципе все завершено, идет монтаж, мы надеемся, Дмитрий Анатольевич, в октябре его пустить. И было бы для нас большим, я бы сказал, счастьем, если бы Вы присутствовали на его открытии, поскольку на тот момент, я надеюсь, он будет самым мощным вычислителем нашей страны. Этот суперкомпьютер ставится в соответствии с решением Совета Безопасности, и все обязательства по этому вопросу выполнены.

Теперь снова вернемся к учебной базе. Всего в Московском университете обучаются, вообще-то говоря, около 4000 студентов по математическим дисциплинам (это есть хорошая база для подготовки специалистов) и около 1000 профессоров (это просто поштучно математиков и работающих в этом направлении). Поэтому мне кажется, что вот это есть один из центров, я скажу о других, где можно было бы осуществлять программу подготовки специалистов.

В результате выполнения национального проекта «Образование» мы создали консорциум из 15 университетов нашей страны, тех университетов, которые обладают хорошей супервычислительной мощностью, это порядка 10–15 терафлоп, вычислители, купленные этими университетами. Мы образовали этот консорциум и считаем, что общей базой в России для подготовки кадров должен быть этот консорциум. То

есть мы предлагаем здесь разработать новые программы, новые технологии. Примеры двух: это Интернет-университет Нижегородского университета (суперкомпьютерная технология, которая разработана в Нижнем Новгороде), а также Коллективный банк тестов Московского университета. Это как два примера. Дальше мы думаем, что эти банки будут пополняться, и консорциум университетов станет базой для переподготовки специалистов.

Таким образом, мы хотим сформировать такую многоуровневую систему кадрового обеспечения суперкомпьютерных технологий, включив эти университеты и создав на первый период один, скажем, такой центр, а затем создать 3–4 центра в России для подготовки специалистов.

Что должно быть в этих центрах? Я считаю, что в этих центрах должны быть созданы спецгруппы. Это очень хороший опыт 1960 г., когда нужно было по криптографии для спецслужб готовить математиков со специальными знаниями, просто на мехматах в ряде университетов создавались спецгруппы. Я бы считал, что студентов можно поддерживать и повышенной стипендией, это копейки, просто чтобы создать условия их обучения в этих спецгруппах. Таким образом, они выполняют полностью программу основных факультетов — мехмат, физфак, биофак и других, — и приобретают за счет специальных учебных планов дополнительные знания по супервычислениям.

Ну и, конечно, в этих центрах должны быть созданы группы переподготовки. Причем они должны быть интегрированы страной, то есть это не только для одного университета. Если, например, Томский университет берется, то он должен регион охватывать. Нижегородский, Санкт-Петербургский, Московский университеты и так далее должны работать также. Таким образом, в стране создастся система многоуровневой подготовки специалистов. Мы продумали, это реальное решение. Сначала, как я сказал, может быть один центр с подготовкой 100 специалистов, затем создание еще трех центров — 150 специалистов, с тем чтобы к 2012 г. выпускать в год 250 подготовленных специалистов по супервычислению. Это абсолютно реальные цифры, и в стране такой комплекс может быть создан.

Половину запрашиваемой суммы университеты вложат собственных средств, мы внесем финансирование 50–60 % от запрашиваемой суммы. Таким образом, мы бы попросили 250 млн на три года, с тем чтобы в первом году запустить работу центра.

Заканчивая эту часть, я хочу сказать, что мы абсолютно готовы создать систему подготовки и переподготовки специалистов для супервычислений.

И в конце сделаю одну ремарку по прикладному программному обеспечению. Здесь ситуация, на мой взгляд, такая. На самом деле в России много пакетов программ, которые являются конкурентоспособными — по сути, проблема состоит в том, что они не отчуждены от исследователя и не являются продуктом, понимаемым в обычном смысле слова. Они не выставлены, не запатентованы, ими нельзя пользоваться, хотя, я хочу повторить, мы просто знаем, что есть группы исследователей, которые обладают абсолютно конкурентоспособными и превышающими патентами.

Я один пример хочу привести — патент «Природа». Правда, он фактически отчужден, он является мировым, это по разработке лекарств для борьбы со СПИДом, ВИЧ, тромбозом. И он уже запатентован, и даже лекарства выпускаются вместе с медицинскими институтами. Разработала группа ученых МГУ, патент признан в мире. Интересен пример. До того 380 дней требовалось считать молекулы, чтобы создать лекарство. Супервычислитель свел вычисления до двух дней. Таким образом, становится уже дальше бессмысленным исследование, если полтора года надо считать, теряется актуальность темы.

Интересна аэрогидродинамика. Это обтекание в аэродинамических трубах, от нуля до восьми махов, здесь приличный комплекс труб. Это тоже пакет абсолютно мирового уровня.

Я заканчиваю тем, что мы готовы выполнить, Дмитрий Анатольевич, задачу по созданию системы переподготовки и подготовки специалистов.

Спасибо.

*Материал представлен отделом пресс-службы РВЦ ВНИИЭФ из материалов сайта [www.Kremlin.ru](http://www.Kremlin.ru)*