

## **Научная сессия Общего собрания РАН "Научно-технологический прогноз - важнейший элемент стратегии развития России"**

### **Ю.С.Осипов**

Добрый день, дорогие коллеги!

Я не в обычном формате начинаю нашу научную сессию. Но мы начнем с приятного момента.

Вы знаете, что 27 ноября этого года исполнилось 90 лет нашему выдающемуся коллеге, выдающемуся ученому, выдающемуся общественному деятелю, выдающемуся государственному деятелю, человеку, который очень много сделал для развития науки в Советском Союзе, в России, на Украине. Борису Евгеньевичу Патону.

Юбилейное торжество состоялось в Киеве. На нем присутствовала большая делегация Российской академии наук. Мы там Бориса Евгеньевича поздравили. Но вот сейчас, так сказать, последний аккорд в российских поздравлениях.

Указ Президента Российской Федерации о награждении Орденом «За заслуги перед Отечеством 1 степени» Патона Бориса Евгеньевича.

«За выдающийся вклад в развитие мировой науки, укрепление научных и культурных связей между государствами – участниками Содружества Независимых Государств наградить Орденом «За заслуги перед Отечеством 1 степени» Патона Бориса Евгеньевича, президента Национальной академии наук Украины, директора Института электросварки им. Патона Национальной академии наук Украины, гражданина Украины и члена нашей Академии».

Поздравим Бориса Евгеньевича.

Для меня большая честь – по поручению Президента Российской Федерации Дмитрия Анатольевича Медведева вручить сейчас эту награду.

### **Б.Е.Патон**

Дорогой Юрий Сергеевич!

Дорогие коллеги!

Дорогие друзья!

Позвольте мне искренне, сердечно поблагодарить за эту высшую награду, которую я постараюсь изо всех сил оправдать и работать вместе с вами.

Я горячо благодарю Президента Российской Федерации Дмитрия Анатольевича Медведева, благодарю премьер-министра Российской Федерации Владимира Владимировича Путина и искренне, искренне признателен за эту высочайшую награду.

Дорогие друзья!

Я всегда говорил, говорю и буду говорить, что Российская академия наук – это замечательная академия. И не дай Бог покушаться на эту Академию наук, поскольку я уверен в том, что, если быть честным и справедливым, то Российской академии нет аналога в мире. И не нужно пытаться из Российской академии сделать какую-то новую

смесь. В ней должны работать те замечательные институты, которые созданы в России и которые еще будут созданы.

И, действительно, наука победит все! И тот же злополучный экономический кризис, финансовый кризис, в котором Россия, к сожалению, тоже участвует. Меньше, чем Украина, и за то спасибо. Я вас с этим поздравляю.

Одним словом, дорогие друзья, я всегда был поклонником России и остаюсь поклонником России, поскольку Россия, великая Россия – это та держава, на которую нужно равняться.

Спасибо вам и дай Бог вам всем здоровья, успехов и счастья.

Еще раз – спасибо.

### **Ю.С.Осипов**

Уважаемые коллеги!

Последние 7 лет, начиная с 2000 года, наша Академия на научной сессии Общего собрания рассматривала крупные проблемы социально-экономического, культурного, научного, научно-технологического развития России, проблемы развития образования в стране.

Я вам напомню. В 2000 году тема нашей научной сессии называлась так: «Наноструктуры и нанотехнологии», это было 7 лет назад. В 2003 году – «Наука о здоровье человека». Эта сессия была проведена совместно с Академией медицинских наук при участии всех государственных академий России. В 2004 году - «Интеграция науки и образования». В 2005 году – «Энергетика России, проблемы и перспективы». В 2006 году тема нашей сессии называлась «Русский язык в современном мире».

Ряд итогов наших научных сессий нашли отражение в поручениях Президента Российской Федерации, в решениях Правительства, в решениях министерств и ведомств.

В этом году Президиум Академии наук принял решение обсудить на научной сессии Общего собрания вопросы, связанные с научно-технологическим прогнозированием развития страны.

Этой сессии предшествовала, в соответствии с поручением Президента Российской Федерации, большая работа по подготовке прогноза научно-технологического развития страны до 2030 года, так она называется – «Прогноз - 2030».

Основной целью подготовки прогноза является выработка научно обоснованных представлений о путях научно-технологического развития страны, с учетом тех задач, которые сейчас перед страной стоят, то есть тех задач, решение которых намечено инновационным сценарием Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации.

В разработке «Прогноза – 2030» приняли участие ученые нашей Академии, Академии медицинских наук, Академии сельскохозяйственных наук, Академии строительства и архитектуры, а также Российской космической корпорации «Энергия» и Госкорпорации «Росатом».

Мне хотелось бы подчеркнуть, что впервые за последние более чем 20 лет в России были организованы исследования такого масштаба, связанные с этим прогнозом. Наша Академия рассматривает проведение прогнозных исследований как один из приоритетов в своей деятельности, как продолжение традиций экспертного прогнозирования, заложенных в 1972 –80-х годах выдающимися учеными нашей Академии под руководством Владимира Александровича Котельникова. Я имею в виду Комплексную программу научно-технического прогресса Советского Союза.

Представляемый доклад «Прогноз – 2030» нельзя, конечно, рассматривать как окончательный документ, работа над ним будет продолжаться. И его текст, безусловно, будет периодически уточняться и корректироваться. Вариант «Прогноз – 2030» подготовлен и в Министерстве науки при участии других групп исследователей. Но важно, чтобы все-таки мы какую-то общую точку зрения имели, потому что «Прогноз – 2030», если на него ориентироваться, по сути затрагивает основные устои нашего государства.

Мы все понимаем, что проблемы научно-технологического прогнозирования, являются весьма сложными, они многоаспектные и затрагивают практически все отрасли экономики.

И ясно, что в пределах одной встречи рассмотреть их в полном объеме не представляется возможным. Поэтому Президиум академии, когда объявлял такую тему сегодняшней научной сессии, имел в виду первый шаг в обсуждении проблем прогнозирования. Мы будем продолжать эту работу, и планируем посвятить рассмотрение проблем, касающихся прогнозирования научно-технологического развития таких отраслей как авиация, судостроение и других. Ясно, что такие обсуждения должны проходить, может быть, в формате специализированных отделений, специального заседания Президиума, потому что нужно учитывать специфику этих проблем. При этом предполагается привлечь к рассмотрению и обсуждению представителей промышленности, бизнеса, органов государственного управления.

Мы сейчас фактически подготовили соглашение о сотрудничестве с государственной корпорацией «Ростехнологии», и в рамках этого соглашения мы тоже такие вопросы будем рассматривать и обсуждать. Подписание этого соглашения состоится, по-видимому, в январе.

Надо сказать, что прогнозирование требует проведения большой организационной работы, осуществление которой Академии наук не под силу. Задача Академии – создать научно-методологические основы проведения прогнозных исследований. Собственно прогноз, конечно, должен разрабатываться научным сообществом под эгидой государства, и, по нашему мнению, должна быть создана единая система государственного прогнозирования, с помощью которой государственная власть смогла бы на научной основе определять приоритеты стратегического развития страны.

Нам представляется, что первым шагом создания такой системы может послужить образование на базе Академии межведомственного координационного совета по социально-экономическому и научно-технологическому прогнозированию. С предложением о создании совета мы обратились к премьер-министру страны Владимиру Владимировичу Путину. Необходимо, чтобы в него вошли представители как научного сообщества, так и федеральных органов исполнительной власти. В рамках совета было бы возможно, кстати, организовать работу по оперативному прогнозированию развития негативных процессов в период глобального экономического кризиса и разработку предложений по мерам их преодоления. Отдельные аспекты этой работы рассматривались в Академии наук, есть у нас несколько групп – экономистов, математиков, других специалистов, которых интересуют такие вопросы. Но все-таки нужно как-то это все объединить. И я надеюсь, что в ходе дискуссий, которые у нас состоятся в рамках сессии, мы сможем существенно скоординировать нашу дальнейшую работу в этом направлении.

А сейчас я предоставляю слово академику Александру Дмитриевичу Некипелову для доклада «Научно-технологическое обеспечение социально-экономического развития».

Пожалуйста, Александр Дмитриевич.

### **А.Д.Некипелов**

Уважаемый Юрий Сергеевич! Уважаемый Андрей Александрович! Уважаемые члены Общего собрания!

Успехи в социально-экономическом развитии нашей страны в 1999-2007 годах позволили перенести центр тяжести с решения острейших текущих проблем на постановку крупных стратегических задач. Долгосрочные перспективы общественного развития стали связываться с кардинальным повышением научно-технологического уровня производства, созданием экономической системы, ориентированной на интенсивное производство новых знаний и их активное применение в производственной деятельности. Были сформулированы задачи формирования инновационной экономики – перехода к экономике, основанной на знаниях.

Реализация новых установок требовала внесения определенных изменений в государственную политику. С одной стороны, стала очевидной необходимость интенсифицировать усилия, направленные на институциональное совершенствование рыночной системы, развитие конкуренции, наладка подзадачи инновационного развития – налоговой и тарифной политики, и другие меры подобного плана. С другой, важным пунктом повестки дня стало проведение активной промышленной политики, нацеленной на технологический прогресс, в том числе с использованием находящихся в распоряжении государства ресурсов.

Решение второй задачи, в свою очередь, требует понимания закономерностей технологического прогресса. И не случайно Президент поручил Правительству совместно с Российской академией наук подготовить к 1 декабря этого года научно-технологический прогноз. Правительство приняло свое решение, в соответствии с которым Министерство образования и науки, ряд других министерств совместно с Российской академией наук должны были провести соответствующую работу. Но, к сожалению, взаимодействия в ходе этой работы не получилось, о нас вспомнили лишь незадолго до наступления срока представления документа в Правительство, попросив завизировать материал, подготовленный организациями, которые были избраны Министерством образования и науки.

С учетом складывавшейся ситуации летом этого года в Академии началась самостоятельная работа, направленная на выполнение поручений Президента и Правительства. Соответствующий документ был подготовлен и направлен в начале декабря Председателю Правительства Российской Федерации. Кстати говоря, в ходе этой работы, и Юрий Сергеевич говорил уже об этом, в ней принимали участия все отделения Российской академии наук, наши коллеги из других государственных академий, а также из Росатома, корпорации «Энергия», и родилось предложение посвятить настоящую сессию обсуждению проблем научно-технологического прогнозирования. И дело не столько в том, чтобы отчитаться о проделанной работе, сколько в необходимости обсуждения того комплекса вопросов, без решения которого, на наш взгляд, невозможно сформировать эффективно, на постоянной основе, действующую систему научно-технологического прогнозирования в стране.

Вот на некоторых из этих вопросов в первой части своего выступления мне и хотелось бы остановиться.

Первое соображение касается наличия органической связи между технологической и социально-экономической сторонами развития. В прогрессе науки и производных от нее

нововведениях в хозяйственной жизни, конечно, есть своя внутренняя логика. И эта логика прямо влияет на параметры экономического роста. Но в то же время развитие науки, как в целом, так и по отдельным направлениям, непосредственно связано с объемом тех ресурсов, которые общество считает возможным выделить на эти цели в тот или иной момент времени. Это означает, что технологический прогноз должен быть увязан с общим социально-экономическим прогнозом, причем эта увязка должна происходить на императивной основе.

Технологический образ России будущего зависит от выбранного сегодня подхода к социально-экономическому и технологическому развитию страны. Иными словами, он прямо связан с принимаемыми в рамках политического процесса установками в отношении желательного в будущем состояния российской экономики, ее места в экономике мировой. В некотором смысле здесь большую роль играет и проблема лидерских амбиций страны. Отсюда прямо вытекает, что разработка технологического прогноза, и Юрий Сергеевич говорил об этом в своем вступительном слове, это крупная государственная задача, участие в которой должны принимать органы государственной власти, государственная Академия наук, наука высшей школы, сектор прикладной науки, предпринимательские союзы.

Российская академия наук, как нам кажется, должна быть готова в первую очередь к разработке материалов, раскрывающих возможные, исходя из логики научного прогресса, крупные технологические сдвиги на том или ином временном интервале.

При этом было бы важно научиться давать, мы пока еще на этот уровень не вышли, в полном смысле слова, примерные стоимостные оценки объема средств, необходимых для решения той или иной масштабной технологической задачи.

Второе соображение связано с нетривиальностью учета в процессе разработки научно-технологического прогноза того обстоятельства, что путь к любой новой технологии проходит, образно говоря, по территории, где продуктом человеческой деятельности является знание. При этом технологическое знание производно от знания об общих законах развития материи.

Сфера производства знаний, имеющих экономическое значение, оказывается, таким образом, многоступенчатая. Она включает в себя фундаментальные исследования, прикладные исследования, разработки.

Производство знаний, как и любого продукта человеческого труда, сопряжено с издержками, затратами рабочей силы, физического капитала, природных ресурсов.

Вместе с тем, важнейшее отличительное свойство знания, как продукта человеческой деятельности, состоит в том, что оно не исчезает в процессе его потребления. Именно поэтому экономическая теория и определяет знание, как один из видов общественных благ.

Но общественные блага трудно, а иногда просто невозможно превращать в товар. Отсюда проблема с локацией ресурсов на этот вид деятельности. Никто не заинтересован в том, чтобы тратить деньги на производство продукта, который окажется в свободном доступе для всех желающих. Экономическая теория обозначает эту проблему, как проблему «безбилетника». На лицо противоречие между решающим значением новых знаний для развития общества и «экономической невыгодностью» этого вида деятельности.

В отношении технологического знания это противоречие первоначально ведет к возникновению института сокрытия нового знания, больше известного как коммерческая тайна, а затем и института авторских прав. Последнее, утверждая монопольное право производителей технологического знания на его использование в течение определенного

времени, создает предпосылки для вовлечения в рыночный оборот продуктов интеллектуальной деятельности.

В отношении же знаний, производимых фундаментальной наукой, подобного рода институты сформировать не удастся. В отдельных случаях, связанных с особо крупными затратами, возникают механизмы объединения финансовых, материальных, кадровых ресурсов ряда стран для решения крупной научной задачи. Последний такой пример – коллайдер, как вы знаете.

Однако на сегодняшний день такого рода решения являются скорее исключением, чем правилом.

Известное значение для развития ориентированных на конкретные результаты фундаментальных исследований имеет практика финансирования крупными корпорациями. Но ключевую роль во всем мире получения фундаментальных научных знаний по-прежнему играют национальные государства или их интеграционные группировки.

Здесь, однако, возникает следующий вопрос. Что толкает государство на финансирование фундаментальных исследований в условиях, когда можно надеяться на получение уже готовых результатов, которые получены в других странах? Отчасти – соображения международного престижа, отчасти тот факт, что фундаментальные научные знания в ряде случаев оказываются результатом, сопутствующим работе организаций высшего образования.

Однако для стран и их региональных объединений, принимающих решение по финансированию и развитию фундаментальной науки по широкому фронту, главным аргументом является возможность, благодаря этому, хранить и обеспечить технологическое лидерство.

Важным следствием такой мотивации в отношении развития фундаментальных исследований по широкому фронту является необходимость для соответствующего государства иметь развитую прикладную науку и отлаженные механизмы привлечения в хозяйственный оборот нового технологического знания.

Специализация на проведение одних лишь фундаментальных исследований лишена экономического смысла.

Между тем, анализ показывает наличие в современной России глубоких несоответствий и разрывов между различными звеньями цепочки, связывающей фундаментальные исследования с внедренными в хозяйственную практику технологиями.

Фундаментальная наука в стране, как мы знаем, была изрядно потрепана в 90-ые годы, но сохранилась в основных своих звеньях и начинает, как нам кажется, постепенно восстанавливать былую форму.

В бедственном положении находится, за небольшими исключениями, сектор прикладных исследований, хотя и здесь в последнее время наметились некоторые положительные изменения.

Технологическая отсталость характерна, к сожалению, для значительной части нашего производственного аппарата. При этом, как из-за отсутствия необходимых ресурсов, так и в силу институциональной незрелости производственный сектор ориентирован, в лучшем случае, на импорт западного оборудования и технологий, а в нормальном – на тиражирование выпуска стареющей продукции.

В этих условиях стране предстоит сделать важный выбор в отношении того, в какой степени модернизация российской экономики должна проводиться в условиях

заимствования технологического опыта других стран, а в какой на базе собственных научных исследований и разработок.

От этого выбора, естественно, будет зависеть, как структура, так и основные характеристики российского научно-технологического потенциала в будущем.

Представляется, что с точки зрения уже сформулированных долгосрочных планов оптимальным является следующий подход. Необходима дальнейшая поддержка процесса модернизации потенциала фундаментальных исследований, несмотря на то, что в течение известного периода времени его масштаб может казаться избыточным по отношению к другим звеньям цепочки наука-производство. Но нельзя забывать, что законсервировать на время потенциал фундаментальной науки невозможно. А надеяться на то, что в нужный момент сумеем его быстренько воссоздать, значит, придаваться недопустимому прекраснодушию.

Особые усилия должны прилагаться для возрождения, разумеется, с учетом условий рыночной экономики, прикладных исследований. Здесь и создание благоприятных условий для развития частного сектора науки, прямое участие государства в развитии существующих и создании новых центров отраслевой науки, в том числе и в высшей школе.

Актуальным остается вопрос об использовании прикладного потенциала академической науки.

К сожалению, приходится констатировать, что наши соображения на этот счет в течение целого ряда лет не принимаются во внимание.

Для кардинального изменения положения дел с восприимчивостью производственного сектора к нововведениям должны быть интенсифицированы усилия по созданию необходимых для этого институциональных условий.

При этом абсолютно разумным является содействие мерами экономической политики заимствованию частным сектором зарубежных технологий, импорту современного оборудования в части, не наносящей ущерб нашим планам, отечественным производителям, участвующим в реализации этих планов.

Наконец, промышленную политику следует жестко ориентировать на совершение рывка в формировании высоко технологичных производств.

Здесь не должен смущать тот факт, что продукция многих из них, в силу общего низкого технического уровня отечественной экономики, может быть поначалу ориентирована, главным образом, на зарубежные рынки. Успешное прохождение экзамена мирового рынка в таких случаях будет залогом качественного научно-технологического прогресса российской экономики.

Третье соображение, касающееся научно-технологического прогнозирования, относится к сложности проблемы оценки уровня, а, следовательно, и измерения прогресса в технологической сфере в целом.

Конечно, очень важно понимать, какие новые открытия будут сделаны, какие технологические процессы разработаны, какие новые продукты созданы в той или иной исторической перспективе.

Но для полноценного прогноза этого все же недостаточно.

Ведь его задача не сводится к тому, чтобы формировать длинный список мало кому понятных технических решений. Он должен помочь разобраться в том, как соответствующие достижения способны изменить жизнь людей.

Однако, в этой сфере, и в этом трудность, отсутствует мера, позволяющая единообразно представлять технический уровень различных сфер производства и его динамику во времени. Иными словами, для нас здесь принципиально недоступны оценки вроде: «научно-технологический уровень экономики возрастет за рассматриваемый период на 10 процентов».

Конечно, это не так страшно. Ведь конечным итогом технологического прогресса по каждому его конкретному направлению является сокращение его удельных натуральных затрат на производство того или иного товара используемых факторов производства, а если речь идет о новом товаре, то на удовлетворение той или иной потребности. И мы должны научиться трансформировать из прогнозируемых технологических перемен новые коэффициенты удельных затрат. И тогда применение межотраслевых моделей позволит получать более или менее ясную картину в отношении последствий научно-технологического прогресса, а главное – выбирать его наиболее эффективные направления.

Сегодня мы, и об этом Юрий Сергеевич во вступительном слове говорил, находимся в начале пути. Проработаны подходы к научно-технологическому прогнозированию, включающие совместную работу представителей естественных и общественных наук. Проинвентаризировано состояние мировой и российской науки с точки зрения уже намечившихся новых технологических решений. Сформировалось известное представление о перспективах развития мировой фундаментальной науки с учетом необходимости решения крупных социально-экономических и экологических проблем, стоящих как перед нами, так и перед человечеством в целом. Мы неплохо представляем себе особенности глобальной конкуренции в технологической сфере, есть наброски в отношении путей оценки влияния технологического прогресса на состояние российской экономики. Все эти стороны проведенной работы найдут отражение в ходе настоящей научной сессии Общего собрания.

Но остается еще один вопрос, обойти который сегодня просто невозможно, а именно, своевременно ли в период резкого обострения текущих проблем, связанного с глобальным финансово-экономическим кризисом, вести неторопливые разговоры об отдаленных перспективах научно-технологического прогресса. На необходимость прямого ответа на него обращал внимание на одном из заседаний Президиума, предшествовавших нашему Общему собранию, академик Евгений Максимович Примаков. По моему убеждению, ответ на этот вопрос зависит от того, как мы оцениваем нынешний этап кризиса в российской экономике, с действием каких факторов его связываем, и, наконец, какие пути выхода из него видим.

Коротко изложу свою позицию по этим вопросам. Как мы помним, всё началось в августе-сентябре этого года с масштабного оттока капитала с фондового рынка, в значительной степени связанного с потребностью иностранных инвесторов в дополнительных долларовых средствах в условиях резкого обострения так называемого ипотечного кризиса на Западе. Отток капитала привел у нас к обострению проблемы ликвидности в банковской системе, а обрушение котировок на фондовом рынке катастрофически усугубило проблему внешней задолженности частного, в том числе, и банковского сектора. Надо сказать, власти приняли оперативные меры по восполнению ликвидности в банковской системе и гарантировали частному сектору рефинансирование его внешних долгов. Этим удалось спасти от краха банковскую систему и от больших неприятностей многие крупные российские корпорации.

Но вопреки первоначальным ожиданиям деньги не пошли в реальный сектор экономики, финансово-экономическое положение многих предприятий начало ухудшаться, в экономике вновь появились неплатежи, в том числе задолженность по выплате заработной платы.

Возникает вопрос, почему этих первых оперативно принятых мер оказалось недостаточно? Мне кажется, это связано с появлением дополнительных негативных импульсов, идущих от мировой экономики к российской. На новом, переживаемом нами сейчас этапе, решающим фактором развертывания финансово-экономического кризиса в России стал мощный шок со стороны спроса. Поначалу негативное влияние на совокупный спрос оказывал отток денежных средств из российской экономики. Но в отношении этого фактора, как я говорил, были приняты достаточно оперативные и эффективные меры. В дальнейшем же основную роль стало играть снижение доходов наших экспортных производств.

Невероятно быстрое падение мировых цен на нефть, плохая конъюнктура на других сырьевых рынках привели к стремительному распространению волн сужающегося спроса по всей воспроизводственной цепочке. Банки сидят на деньгах или, говоря интеллигентно, предпочитают ликвидность не потому, что испытывают абстрактное недоверие к своим экономическим партнерам, а потому, что не видят перспектив сбыта их продукции в нынешних условиях. Сегодня мы на практике ощущаем, сколь уязвимой по отношению к действию внешних факторов оказалась российская экономика, сколь высока цена своевременного принятия мер по использованию на цели модернизации поступавших в Россию значительных ресурсов.

Вряд ли у кого-то еще остаются сомнения в отношении необходимости кардинального исправления такого положения дел. Ключевой вопрос, однако, состоит в том, каким образом согласовать краткосрочные и долгосрочные возможности и потребности российской экономики. Думаю, в нынешних условиях очень важно усилить роль государства как прямого источника конечного спроса. С этой целью следует развернуть финансирование крупных программ, ориентированных как на развитие инфраструктуры, так и на техническую модернизацию производства и его реструктуризацию.

Деньги должны пойти в научно-производственный комплекс на стимулирование и разработки производства экспорта и применение внутри страны высокотехнологичной продукции. Часть валютных резервов следует использовать для импорта современных технологий и оборудования, содействующих выполнению программ модернизации российской экономики.

Мы все знаем, что за истекшие годы топливно-сырьевой сектор в нашей стране превратился в локомотив экономического роста. Именно поэтому столь болезненно резкое свертывание исходящего от него внутреннего спроса в условиях изменившейся конъюнктуры мирового рынка. Ясно также, что если бы этот спрос удалось поддержать, то это существенно облегчило бы наше положение. Но есть ли такая возможность? Мне кажется, есть, во всяком случае, в части спроса, исходящего от нашей нефтяной отрасли.

Сопоставление издержек добычи и транспортировки нефти с нынешними мировыми ценами на нефть свидетельствует о том, что и сейчас эта отрасль остается чрезвычайно эффективной. Однако по сути дела весь эффект сегодня достается федеральному бюджету. Такое положение является неоправданным в идейном смысле – государство изымает не ренту и нормальный налог, а всю прибыль сути дела, и контрпродуктивным в практическом – подрывается совокупный спрос в экономике. Поэтому, как представляется, было бы чрезвычайно важно срочно и резко снизить величину средств, изымаемых в бюджет из топливно-сырьевого сектора. О шагах в этом направлении уже объявлено Председателем правительства.

Хотелось бы лишь подчеркнуть, что масштаб принимаемых решений должен устанавливаться, как мне кажется, исходя не из задачи обеспечить для соответствующих производств сведение концов с концами, а из важности смягчить шок со стороны спроса для всей нашей экономики.

Сложнее обстоит дело с использованием потенциала потребительского спроса. Макроэкономическая эффективность расходов населения существенно снижается в связи с высокой долей импортных товаров в розничном товарообороте. Из этого, конечно, не следует, что надо отказаться от поддержки российских граждан, попавших в трудное положение из-за кризиса. Правильным, как мне кажется, будет совершенно иной вывод. Важной составной частью экономической политики призвано стать содействие экономически обоснованному импортозамещению.

Реализация предлагаемого подхода к экономической политике, конечно, сопряжена с появлением крупного дефицита федерального бюджета. Для его финансирования придется активно использовать средства резервного фонда. Потребуется также применять механизм внутренних государственных заимствований. Здесь заслуживает серьезного внимания французский опыт, в соответствии с которым коммерческие банки должны были держать часть своих активов в государственных ценных бумагах, но имели при этом право на получение под их залог кредитов в Центральном банке.

Полагаю, что понадобится поставить в определенные рамки свободу ввоза и вывоза капитала, прежде всего краткосрочного.

Наконец, полезным как в кратко- так и долгосрочном плане было бы, с моей точки зрения, формирование государственной системы интервенционирования на фондовом рынке, призванной сделать его менее уязвимым к спекулятивным атакам.

Политика, нацеленная на стимулирование совокупного спроса, всегда сопряжена с опасностью потери контроля над финансовой стабильностью. В нашем случае, при появлении признаков нарастающей инфляции в распоряжении денежных властей остается возможность посредством интервенции на валютном рынке проводить стерилизацию избыточной части рублевой массы.

По большому счету, как мне кажется, политике, ориентированной на стимулирование совокупного спроса, сегодня альтернативы нет. Об этом свидетельствуют и многие конкретные шаги, предпринимаемые правительством. Вопрос заключается лишь в том, насколько последовательно и комплексно эта политика будет реализовываться. В самом деле, опыт 1998 года показал, к каким печальным последствиям могут в определенных условиях приводить внешне логичные призывы во что бы то ни стало жить по средствам. Цепочка сокращения бюджетных расходов, нарастание взаимных неплатежей и спада производства, свертывание налоговых поступлений и новое сокращение бюджетных расходов еще слишком жива в памяти, чтобы пойти по этому же пути.

Именно поэтому я, как, видимо, и большинство моих коллег, убежден в том, что сложности, которые сегодня переживает наша экономика, буквально подталкивают нас к тому, чтобы вступить на непростой в нынешних условиях, но крайне важный для страны путь технологической модернизации. И если это действительно так, то обсуждение вопросов, связанных с организацией системы технологического прогнозирования, является вполне своевременным. Спасибо за внимание.

## **Ю.С. Осипов**

Спасибо, Александр Дмитриевич.

Слово имеет академик Александр Александрович Дынкин для доклада «О перспективах глобального инновационного развития».

## **А.А. Дынкин**

Уважаемые члены Общего собрания, уважаемые Юрий Сергеевич, Андрей Александрович!

Традиции прогнозирования в нашем институте имеют достаточно большую историю. 10 лет тому назад мы в ИМЭМО возобновили долгосрочные и краткосрочные прогнозы мировой экономики, раз в пять лет мы публикуем монографии. Здесь (на слайде) обложка книги, которая вышла в прошлом и переиздана в этом году. Потребителями наших работ являются государственные учреждения, промышленность и регионы. Сильно в этом нам помогает Торгово-промышленная палата.

Одним из важных результатов наших оценок было то, что мы полагали, что Россия имеет высокие шансы к 2020 году стать крупнейшей экономикой в Европе и занять пятое место по размеру валового внутреннего продукта в мире. И этот результат был положен в качестве целеполагающего в концепцию долгосрочного развития до 2020 года, и позднее он был повторен во многих авторитетных международных прогнозах, включая недавно опубликованный американский прогноз «Глобальные тренды 20-25».

Я остановлюсь на четырех тезисах.

Конечно, мировой кризис – это не самое лучшее время для прогнозирования, неопределенности резко возрастают, но, по наиболее вероятному сценарию нашего прогноза, мы полагаем, что в посткризисный период темпы роста мировой экономики несколько повысятся. И здесь основными драйверами этого ускорения выступают два фактора, две вещи: это глобализация и инновации. Если глобализация в большей степени влияет на количественные параметры роста, то, естественно, инновации больше влияют на качественную сторону этого роста.

На сегодня мы полагаем, что мировая экономика вступила в новый этап глобализации, который ведет к частичной смене стран-лидеров этого процесса и, безусловно, это вызывает некоторую турбулентность глобализации.

Дополнительную неопределенность процессу глобализации добавляет и возможный кризисный всплеск протекционизма, несмотря не все благие пожелания лидеров группы стран G-20. Мировая же инновационная динамика после кризиса, с высокой вероятностью, только ускорится. В пользу этого вывода говорит как история мировых кризисов, так и возросшее количество стран-активных инноваторов, так и нарастание глобальных национальных проблем, которые могут быть решены только с опорой на инновации.

Об этом свидетельствуют и применяемые сегодня антикризисные меры. Скажем, если посмотреть на американский закон TRP, который больше известен как План Полсона, то там все обращают внимание на финансовые аспекты, на ограничение доходов топ-менеджмента.

Однако это только лишь часть плана. Больше половины его ориентировано на стимулирование секторов хай-тек. Законодательно увеличены и продлены налоговые льготы для инвестиций в НИОКР, а для инвестиций в альтернативные источники создана достаточно разветвленная система налоговых поощрений для эффективных потребителей энергии. Т.е. можно сказать, что это такая, своего рода Дорожная карта структурных

государственных приоритетов, на которую могут или не могут ориентироваться инвесторы и домашние хозяйства.

Кризисы приходят и уходят, а эти вещи остаются.

Аналогичные антикризисные меры приняты в Евроне, Китае и в Бразилии. И все они ориентированы на активизацию здоровых источников экономического роста.

Так примерно (слайд) выглядит предкризисная (я подчеркиваю – предкризисная) структура мировой экономики. Она базировалась на трех секторах: хай-тек, финансы и энергетика. Это, можно сказать, несущий каркас.

И, любопытно, что, несмотря на всю перекапитализированность в этот период и финансов, и энергетика, все равно хай-тек по размеру капитализации оставался на первом месте.

Очевидно, что финансовая сфера инноваций, которые обрушили мировые рынки, стала первой жертвой кризиса, в ней исчезает целый отраслевой сегмент – это инвестиционные банки. И понятно, что, с высокой вероятностью, финансы уйдут из энергетика, прежде всего, в хай-тек, в прочие отрасли, где в основном услуги, и, конечно, в энергетика. Но по поводу энергетика, я думаю, что тут будет определенная специфика, поскольку инвестиции в основном будут ориентированы на повышение ее эффективности. По крайней мере, еще недавно достаточно популярный тезис о конце эпохи дешевой нефти сегодня подвергается достаточно серьезным испытаниям.

По крайней мере, относительно развитой части мира рискну высказать гипотезу о том, что энергосберегающие технологии уже начинают давать результаты, которые фиксируются национальной статистикой.

Если посмотреть на то (слайд), как складывается рыночная капитализация. По крупному, можно сказать, что она состоит из трех блоков: материальные активы (нижняя часть графика), интеллектуальные активы (зеленая часть) и т.н. инвестиционные ожидания.

Этот лопнувший финансовый пузырь как раз создавал плохо мотивированную реально добавленную стоимость, т.н. рыночную премию. Она опиралась на ожидания инвесторов и на практически неограниченные предложения капитала за счет возникшей пирамиды финансовых деривативов.

Национальное глобальное регулирование, очевидно, ограничит масштабы этих нерациональных ожиданий (слайд), т.е. красную зону. Однако инвестиции в нематериальные активы (слайд, зеленая зона – это исследования, разработки, патенты, лицензии, квалификация, программное обеспечение), которые сегодня сравнялись по размеру с инвестициями в физические активы, не будут испытывать серьезных ограничений. В пользу этого свидетельствует доступная для анализа бизнес-стратегия, оценки рейтинговых агентств. Объявлено, например, что бюджетные расходы на НИОКР в США в следующем (2009) году вырастут на 3,4 процента в неизменных ценах, и это произойдет в условиях рецессии этой экономики.

Если говорить об экономическом анализе инновационного процесса, то он требует рассмотрения базовых факторов как со стороны спроса, так и со стороны предложения, и, конечно, попытки учета их сбалансирования. Конечно, будущие инновации и будущие рынки очень плохо интенсифицируются, и именно поэтому необходимы технологические прогнозы.

Вот здесь я предлагаю посмотреть на инновационные приоритеты со стороны общественного спроса. Мне представляется, что инновационная информационно-коммуникационная сфера, которая обеспечивает четверть роста валового внутреннего продукта и 40 процентов производительности труда в странах Европейского Союза, предъявляет самый высокий спрос там, где широкие области, которые как бы втягиваются

в Интернет-технологии. Энергетика, экология, климат и здравоохранение, конечно, предъявляют, совершенно очевидно, и растущий платежеспособный спрос.

Если взглянуть на те же приоритеты, но уже со стороны технологического предложения, то есть со стороны логики развития науки и технологий, то здесь я выделил четыре сферы. Очевидно, на пороге практического использования является ряд новых технологий в области телекоммуникаций, очень важный, на мой взгляд, процесс, который можно назвать конвергентными технологиями, которые обозначаются аббревиатурой NBIASI, это нано-, биоинформация и когнитивные науки. Эта аббревиатура у нас еще не столь популярна, как БРИГ, но она, на мой взгляд, имеет очень большую перспективу, по крайней мере, фиксируемая нами статистика финансирования новых государственных программ, патентные показатели, рост технологических альянсов в областях конвергентных технологий, диверсификация компаний. Сегодня практически все информационные компании развивают аутсорсинг с биотехнологическим бизнесом. В общем, о росте этой сферы, о ее перспективности говорит и перестройка учебных курсов. Если посмотреть программу университетов естественного профиля 10 лет тому назад и сегодня, это очень бросается в глаза. А библиометрическое Интернет-сканирование также говорит о том, что за последние 10 лет резко возросло количество публикаций в сферах пересечения областей конвергентных технологий.

В текущем десятилетии активно развивается концепция так называемых открытых инноваций. И она, на мой взгляд, тоже связана вот с этими конвергентными технологиями.

Попутно отмечу, что у нас в последнее время возлагаются большие надежды на малый инновационный бизнес. Он действительно эффективен при решении локальных задач. Но продукты на глобальные рынки выводят крупные корпорации, которые выступают системными интеграторами, которые контролируют сбытовые каналы, и что очень важно, контролируют технологические стандарты. И именно они агрессивно используют преимущества малых компаний с помощью вот этих так называемых концепций открытых инноваций. Поэтому, на мой взгляд, наш акцент только на малый инновационный бизнес, возможно, приведет к его встраиванию в чужие технологические цепочки. Нам, безусловно, необходимы отечественные системные интеграторы.

Что касается нанотехнологий, всем понятно, я не буду подробно на этом останавливаться, тем более что здесь будет выступать на эту тему Жорес Иванович Алферов.

Последнее направление со стороны технологического предложения – это биоэкономика, о чем я бы хотел сказать. Сегодня биоэкономика приходит на смену идеи информационной экономики как образ наиболее важных технологических изменений. Эту метафору сегодня используют практически все технологические прогнозы. Под ним понимается кластер технологических платформ, дружественных по отношению к окружающей среде и человеку.

Но одновременно на этом пути возникают и сложные социально-этические проблемы, связанные, в частности, с использованием генетической информации. Если эти прогнозы сбудутся, то возможен некий цивилизационный перелом, связанный как с моральными нормами, так и с рациональным ограничением потребностей. Но повторяю, что это, на мой взгляд, относительно далекое будущее.

Теперь про инновационный вызов развивающемуся миру – про Китай в основном. Вы видите, что национальная инновационная система развитых стран, скажем, старых европейских стран «Европейский Союз-15», они находятся в таком устойчивом сбалансировано-равновесном состоянии. Скажем, расходы на НИОКРы в старой Европе в течение 15-ти лет устойчиво колеблются в режиме 1,75 к валовому внутреннему продукту. Хуже дело обстоит у нас. Вы уже обратили внимание на пересечение графика Китая и

России. В 2004 году удельный показатель расходы на науку в Китае обогнали наши показатели, и возник такой, как я его называю, «китайский крест» в 2004 году. То есть, несмотря на то, что китайская экономика самая быстрорастущая, расходы на НИОКРы в этой стране обгоняли эти сверхвысокие темпы экономики. И, конечно, результаты достаточно быстро проявились. Вот здесь показан график частоты китайских публикаций в самой перспективной дисциплине. Китай лидирует в области экспорта информационно-коммуникационных технологий, он на первом месте, впереди Соединенных Штатов. Конечно, пока в основном экспортируется железо. Здесь показана весьма тесная корреляция между импортом интегральной схемы (это зеленый график) и экспортом оборудования, то есть интегральные схемы пока в основном ввозятся из-за рубежа.

Естественно, что центры системной интеграции и, соответственно, центры получения технологической ренты также находятся за пределами Китая. Здесь вы видите структуру цены популярного потребительского изделия, так называемого плеера «Айпот». Сбор этот приносит Китаю только 4 доллара, остальное уходит за рубеж. Официальные китайские прогнозы утверждают, что они на 5 лет позади мирового технологического уровня. Реально, наверное, я думаю, где-то раза в два побольше. Но в любом случае, ждать недолго. Особенно, конечно, важно то, что последний съезд Коммунистической партии Китая принял решение об ориентации на так называемую эндогенную инновацию, то есть о смещении инновационного тренда от такого сверхмасштабного заимствования к производству инноваций внутри.

Много интересного происходит в Индии, но я не успею об этом сказать.

Теперь, собственно, о прогнозировании. Можно сказать, что после 2004-2005 годов фиксируется такой взрыв мировых научно-технических прогнозов. Сегодня их делают и в Малайзии, их делает и Турция, их делает даже Дания. Они встраиваются в системы стратегического планирования, программирования и государственного бизнеса. В ММО мы поддерживаем базу данных по основным зарубежным прогнозам, их там 75. Кого это интересует, милости просим заходить на наш сайт.

Если говорить о проблемах и ограничениях прогнозирования. Методические подходы совершенствуются, используется такой стандартный метод «Дельта» по-прежнему, часто используется Форсайт, Интернет-сканирование, патентные кластеры и другие. Однако все технологические прогнозы, в общем, сфокусированы на трех вещах. Первое – на оценке вероятности масштабов рыночного успеха, причем рынки так или иначе сегментируются. Второе – на вероятности технологического успеха. И, наконец, третье – на выявлении тех институциональных ограничений, которые мешают достижению максимизации первых двух параметров.

(Слайд) Подавляющее большинство прогнозов сходится на ускорении инновационной активности. Поэтому эта оценка Билла Гейтса, которую я здесь привел, отнюдь небезосновательна.

Научно-технологическое прогнозирование имеет, как минимум, вековую историю. В начале XX в. Франция была лидером этого процесса, там это было важной частью национальной культуры.

Разрешите показать пример одного провального прогноза, - это отопление радием. Оно не осуществилось, вы знаете, что прогнозирование было с горизонтом 90 лет. И один прогноз, который, на мой взгляд, достаточно реалистичный - это идея видеоконференций. Здесь важно то, что и спрос, и технологическое предложение в конечном итоге совпало.

(Слайд) Если возвращаться к серьезным вещам, то здесь представлены наши прогнозы по финансовому обеспечению мировой науки. Здесь отчетливо видно, что и Европа, и

Северная Америка уступают Азии в финансировании мировой науки, и этот тренд, видимо, необратим.

Несколько слов о России. По нашим оценкам, к 2020 г. в доле расходов на науку в валовом внутреннем продукте мы выйдем на уровень Старой Европы (то есть стран ЕС-15) и будем несколько опережать расширившийся Европейский Союз. В тоже время мы будем уступать не только США, не только Японии, но и Китаю и Индии.

На такой не очень оптимистический лад настраивает достаточно драматический, на мой взгляд, разрыв между нашими намерениями и реальным результатами.

(Слайд) Здесь показано несколько целей из Стратегии развития науки и инноваций до 2015 г.. Если взять второй пункт – увеличение числа инновационно активных предприятий, - все эти показатели у нас снижаются, доля хай-тека в импорте тоже снижается, показатели патентной активности ниже, чем в странах основных конкурентов. То есть, намерения и реальность далеко расходятся, и хочу сказать, что до 2015 г. осталось всего 7 лет.

По оценке ИМЭМО, уровень производительности труда на одного занятого в российской экономике по паритетам покупательной способности составляет 27% от США и 42% от Германии и Японии. Это означает, что по эффективности наша экономика находится примерно на уровне западноевропейской конца 60-ых гг. и Южной Кореи начала 90-ых гг.

Более того, если посмотреть на наиболее успешные российские компании (не буду их называть), то на усредненном фоне, о котором я говорил, их показатели эффективности еще более низкие.

При всей несомненной важности прогноза они – сырье, сырье для формирования сценариев и стратегий.

С учетом наших и мировых тенденций, о которых я говорил, мы предлагаем четыре возможных сценария к 2020 г.

На мой взгляд, оптимистический сценарий наименее вероятен. И мне кажется, что будет очень неплохо, если реальность окажется где-то между инерционно оптимистическим и умеренно оптимистическим сценарием.

О стратегиях. В Концепции долгосрочного развития выбран инновационный путь. На мой взгляд, это очень важное заявление. Оно отражает общественный консенсус по важной цели развития. Этот консенсус нужно сохранять и углублять даже в условиях кризиса. Однако в Концепции долгосрочного развития упор сделан на том, что делать. Поэтому, мне кажется, необходим следующий шаг, то есть - определение того, как делать, т.е. инновационных стратегий.

Мировой и наш собственный опыт дает четыре базовые стратегии.

Первый путь дорогостоящ, очень затратен во времени. Мне кажется, что возможно его сфокусированное нишевое использование.

О заимствовании. Этот путь проходили многие страны в XX в., в том числе и Советский Союз в 30-40-ые гг. В послевоенный период по этому пути пошел Япония, Южная Корея и сейчас наиболее активно -Китай.

Я хочу сказать, что у нас есть отраслевой сегмент, который растет много лет двузначными темпами, без рубля государственных вложений, на основе конкуренции и сильного потребительского спроса. Это мобильная связь.

Такой же процесс, на мой взгляд, происходит сегодня и в металлургии.

Следующая стратегия – локализация. Я скажу о ней на примере Норвегии, которая в 1978 г. законодательно обязала те компании, которые допускались к добыче на шельфе в

Северном море, передавать НИОКР и производить оборудование с участием норвежских фирм. В результате Норвегия – один из мировых лидеров в области геологоразведочного и бурового оборудования.

Несколько лет назад на этот путь встала Саудовская компания «Аранг».

Наконец, двойные инновации. Это инновационная стратегия, учитывающая роль оборонно-промышленного комплекса в нашей экономике. То есть, это одновременная ориентация инноваций на военные и коммерческие приложения.

Классический пример в сфере двойных инноваций - JPS, система глобального позиционирования. Еще в 2004 г. рынок приемников превысил 15 млрд. долларов и тем самым был создан компенсирующий механизм для поддержки орбитальной группировки. На мой взгляд, был создан мультипликатор бюджетных и рыночных ресурсов.

В любом случае мне кажется, что нам пора определяться с одной или с комбинацией нескольких стратегий, об этом в частности говорил Александр Дмитриевич.

И последнее, о чем я хочу сказать. Среди экономистов часто возникает дискуссия: что важнее – технологии или институты, что раньше – институты или технологии.

Мне представляется, что такая дискуссия достаточно искусственна. Технологии двигают институты и институты двигают технологии. Эта дилемма мне кажется бессмысленной, похожей на проблему курицы и яйца. Спасибо. (Аплодисменты)

### **Ю.С.Осипов**

Спасибо, Александр Александрович.

Слово имеет академик Алексей Александрович Макаров. Тема его доклада «Научно-технологический прогноз и проблемы развития энергетики до 2030 г.».

### **А.А.Макаров**

Уважаемые коллеги!

Мое сообщение несколько уводит нас от злобы дня и экономического кризиса и посвящено возможностям и стратегическим приоритетам инновационного развития антропогенной энергетики. Это охватывающий всю планету механизм преобразования энергии, создаваемой человеком для своей жизнедеятельности.

Сегодня антропогенная энергетика в 15 раз превышает совокупную энергию живущих на Земле людей и в 100 раз – их мощность. Она уже заметна в биосфере планеты и достигает 5% энергии процессов синтеза, обеспечивающих жизнь на Земле, но пока не различима на космическом уровне, составляя менее 0,0002 поступающей на Землю энергии Солнца.

В докладе рассмотрены:

- во-первых, базовые условия и предпосылки научно-технического прогресса в энергетике;
- во-вторых, ожидаемые его прорывные направления; содержание приоритетов научно-технического прогресса;
- а также возможные результаты НТП в энергетике в ближайшее 20-летие с перспективой до 2050 г..

Примерно такой временной горизонт нужен для своевременной подготовки фундаментального научного задела, что, собственно, и представляет интерес для этой высокой аудитории.

НТП в энергетике имеет ярко выраженные глобальные тренды. Сначала рассмотрим их на основе последнего технологического прогноза Международного энергетического агентства. МЭА -центр прогнозирования и развития мировой энергетике и обеспечения энергетической безопасности 29 развитых стран NDSID. Затем обсудим особенности России, задачи их учета и способы отображения в энергетической политике страны.

Научно-технический прогресс в энергетике ассимилирует результаты всех наук, которые и создают базовые условия и предпосылки для инновационного развития энергетической основы человечества. На этом слайде многообразие областей человеческих знаний условно представлено принятым РАН составом отделений. Результаты части наук влияют на требование общества к развитию энергетике, другие определяют доступные ресурсы, третьи создают предпосылки для энергетических инноваций, а четвертые обеспечивают управляемость создаваемых энергетических технологий и энергосистем.

Коротко пройдемся по этому кругу.

Требования роста благосостояния общества определяют динамику энергетике. В базовом сценарии МЭА (красная линия на основном графике) спрос на энергию увеличивается с 05 по 30 гг. в полтора раза и почти вдвое до 50-го года. Хотя, конечно же, мировой финансово-экономический кризис понизит эти прогнозы.

В первой четверти XX в. среднее по миру потребление энергии на душу населения увеличилось в 2,5 раза. Однако после нефтяного кризиса конца т 70-х годов, как показано вот на этой вставке (слева) наблюдалась обнадеживающая тенденция стабилизации душевого энергопотребления, Но теперь эта тенденция сменилась ростом буквально в последние годы, и восходящая тенденция продолжается в прогнозах Мирового энергетического агентства.

Сохранение душевого потребления (зелеными линиями показано на вставке) уменьшило бы прирост спроса на энергию втрое, что, наверное, утопично. Но достаточно реалистично с учетом необходимого повышения благосостояния энергообеспеченности населения развивающихся стран вдвое замедлить рост душевого потребления, что показано на обоих рисунках синими линиями.

От общественных наук хотелось бы получить экономические и социальные меры ухода от потребительской парадигмы развития общества, но без существенной потери напряженности и продуктивности деятельности людей, которые, конечно же, стимулируются этой потребительской «морковкой».

Но, как показано на графике той же самой синей линией, это позволило бы замедлить рост энергопотребления примерно в полтора раза, облегчая требования к научно-техническому прогрессу в энергетике.

Требования экологической безопасности человечества на Планете определяют динамику и структуру энергетике. Вот здесь на вставке внутри основного графика из последнего прогноза МЭА показаны размеры эмиссии парниковых газов по их базовому сценарию – верхняя линия, выводящая на объем эмиссии 62гигатонна CO<sub>2</sub> с ожидаемым повышением температуры земли на 6 градусов против сегодняшнего уровня.

По этому сценарию, так сказать, по тренду сложившемуся, развитие мировой энергетике потребует 65 трл. долларов в период до 50-го года. Для уменьшения эмиссии более чем вдвое (белая линия) с возвращением к 50-му году на уровень эмиссии 2005 г. потребуются дополнительно 17 трл. долларов, и это вдвое сократит объемы эмиссии примерно до 28 гигатонн CO<sub>2</sub>. А дальнейшее сокращение этого показателя вдвое, до 14 гигатонн, для того, чтобы обеспечить по сегодняшним представлениям стабилизацию климата Планеты, нужно еще втрое больше инвестиций, почти 50 трл. Дополнительных долларов в период 50-го года.

Очень важно, чтобы в науке о земле в части климатологии определились с реальностью угрозы климату от эмиссии парниковых газов, именно от этого фактора. И при необходимости выработали эффективные меры противодействия, включая научные основы и методы геоинженерии. В противном случае сохранение климата путем снижения эмиссии парниковых газов именно этим, сегодня признанным способом, по расчетам того же агентства, почти удвоит капиталовложения в энергетику – с 65 до 115 трл. долларов.

Человечество не ограничено ресурсами энергии на века и Россия – тем более. Из этого рисунка видно, что годовой расход энергии человеком (верхний параллелепипед еле видимый) составляет 5 десятитысячных от ресурса органического топлива - нефти, газа и угля и 3 десятитысячных от ресурсов урана. Однако все эти исчерпаемые энергоресурсы не составляют и пятой части годового потока солнечной энергии на Землю, того самого потока, который порождает энергию ветра, гидроэнергию и фотосинтез. То есть те самые возобновляемые энергоресурсы, на которые сейчас возлагаются большие надежды.

Раньше или позже НТП в энергетике сделает эти ресурсы доступными. А пока реальная проблема состоит в исчерпании экономически приемлемых ресурсов нефти и газа. За 150 лет статистических наблюдений из недр земли извлечено 33% экономически доступной части разведанных запасов нефти. 14% газа, 9% урана и 4% угля. От науки о земле в части геологии нужны новые методы разведки и освоения месторождения углеводородов на суше и шельфе, включая подледную добычу, которые позволили бы за 20 лет увеличить экономически приемлемые запасы в 1,7 раза к 30-му году и втрое к 50-му году. Без этого рост добычи нефти остановится и перейдет в падение через 10-15 лет, а газа – через 20-25 лет, что, конечно же, резко повысит требование к НТП в энергетике и, видимо, замедлит развитие мировой экономики.

Особую проблему на данном этапе составляет создание методов промышленного освоения газогидратов, ресурсы которых на порядок больше ресурсов природного газа, показанных здесь.

Биологические науки могут в предстоящий период также способствовать ресурсообеспечению энергетики с созданием способов получения дешевой биомассы, о чем я скажу несколько позже.

Как я уже отметил, Международное агентство выпустило этим летом результаты двухлетних исследований почти 2 тысяч специалистов из стран NDSID, другие не приглашались, по новым энергетическим технологиям до 50-го года. По целям, масштабу и методологии эти исследования близки к энергетическому разделу упоминавшейся здесь и разработанной в 80-е годы под руководством сначала академика Котельникова, а затем академика Анчишкина Комплексной программы научно-технического прогресса СССР. Эти работы, конечно же, нужно было бы возобновить на новом уровне знаний и методологии.

Приоритетными Международное агентство назвало 8 классов ключевых технологий (показано синим цветом) производства энергии в составе 120 новых технологий 9 классов (зеленый цвет) технологий использования энергии, объединяющих около 170 новых технологий. Для каждого класса технологий подготовлены достаточно подробные дорожные карты их включения в инновационную энергетику с указанием объемов, сроков и приведенных здесь затрат на научные исследования и разработки.

Я не стану перечислять этих технологий, поскольку большинству присутствующих просто названия ничего не скажут, а специалисты и так их хорошо знают. Обращу ваше внимание на оценки Агентством затрат, - еще раз подчеркну, только на исследование и разработки, - необходимых для реализации двух рассматриваемых ими сценариев.

Первый сценарий. Возвращение эмиссии парниковых газов к уровню 2005 года потребует около 5 триллионов долларов НИОКР. Сокращение же этой эмиссии еще вдвое, второй

рассматриваемый сценарий, для стабилизации климата планеты утроит эти затраты. Причем, рост приходится практически целиком на все виды транспорта.

Таким образом, парниковая угроза сулит мировому научному сообществу 15 триллионов долларов в рассматриваемый период, или в четверо больше затрат на исследования и разработки в военных целях, если считать их при условии сохранения текущих годовых объемов расходов на эти цели. Не удивительно, такие приманки встречают горячий отклик.

В прогнозе ИМБЛ сделан вывод, что технологии, уже доведенные до стадии опытно-промышленной проверки, способны решить стоящие перед энергетикой задачи мира как минимум до 2030 года. Казалось бы, проблема инновационного развития энергетики на данном этапе решена. Но понятно, что технологический пакет, этот технологический пакет целиком ориентирован на конъюнктуру западных энергетических рынков, причем, две трети этих технологий по стоимости, как вы можете видеть, направлены на агрессивное снижение эмиссий парниковых газов.

Однако приходится констатировать, приоритеты и главные технико-экономические характеристики этих технологий в значительной мере не рациональны для энергетики России, о чем я остановлюсь ниже.

Энергетика представляет собой ярко выраженную междисциплинарную науку. Она формирует новые знания о методах преобразования энергии, создает новые средства для таких преобразований, интеграцию достижений практически всех других областей знаний, исследует закономерности развития антропогенной энергетики в целом. Объектами и результатами энергетических исследования являются, во-первых, нарастающий поток возможных энергетических технологий. Они создаются на базе фундаментальных заделов физики, химии, а теперь и биологии, такими физико-техническими дисциплинами как электрофизика и электротехника, теплофизика и теплотехника, гидравлика и гидротехника и так далее.

В этом существо научных исследований и основа НТП в энергетике. По грубым оценкам, на них приходится до 70 процентов энергетических исследований.

Приведу, отнюдь, не полный состав многообещающих технологических возможностей. Из области физики это фотоэлементы третьего поколения с КПД до 40-60 процентов, которые обеспечат широкое использование солнечной энергии, суперконденсаторы высокой емкости и освоение сверхпроводимости обещают революцию в накоплении и передаче электроэнергии с массовой электрификацией транспорта и заменой нефтепродукта.

Быстрые реакторы с замкнутым циклом сделают атомную энергетику воспроизводимой по ядерному горючему при высоких темпах развития. Опытно-промышленное освоение термоядерной энергии, особенно с прямым преобразованием радиационной энергии в электричество, откроет перспективу снятия проблемы ограниченности энергоресурсов

На достижениях химии и наук о материалах разрабатывается технология получения жидкого топлива из газа, угля, сланца и особенно биомассы, а также методы и средства прямого преобразования химической энергии в электрическую. Использование электричества, как известно, началось с гальванических элементов. Сейчас мощность химических аккумуляторов превышает мощность всех электростанций Земли, а впереди развитие топливных элементов для транспорта и распределенной энергетики.

Понятно, что материализовать физические явления и химические процессы невозможно без материаловедения и машиностроения. Достижения биологии и химии дают научную основу для конверсии биомассы разных видов в высококачественное жидкое и газовое топливо с помощью ферментации для создания новых видов целлюлозосодержащих

культур повышенной продукции, не конкурирующих с пищевыми продуктами, и других технологий биоэнергетики.

Из числа возможных технологий энергетика, энергетическая наука производит выбор эффективных технологий. Выбор ведется по критериям экономической эффективности, и это связь с общественными науками, экологической приемлемости, связь с науками о Земле, и с учетом всех аспектов надежности и управляемости технологий, их обеспечивают достижения математики и информационных технологий, и процессов управления.

Этому посвящено еще 10-15 процентов энергетических исследований.

Казалось бы, они и определяют приоритеты научно-технического прогресса в энергетике. Но, во-первых, названные критерии отбора эффективных технологий весьма неоднозначны и очень противоречивы. Понятно, чем надежней и экологичней технологии, тем они дороже. Во-вторых, энергетические технологии обычно не работают изолированно, а в комплексах и системах, где сумма локальных оптимумов, по определению, не соответствуют глобальному.

Поэтому третье важное направление энергетической науки это исследование и конструирование энергетических систем, на что приходится еще 10-15 процентов ее усилий.

Системные исследования в энергетике на базе математического моделирования и ЭВМ широко развернулись с 60-х годов прошлого столетия, и советская школа основателя нашего института академика Мелентьева (на прошлой неделе мы отметили 100 лет со дня его рождения) занимала лидирующие позиции в мире. Но неопределенность будущего так велика, а научно-технический прогресс настолько спонтанен, что и эта методология не обеспечивает достаточно надежного предвидения хода этого процесса.

Поэтому для определения эффективных направлений и приоритетов научно-технического прогресса приходится привлекать, ко всему сказанному, исследования тенденций эволюций пространственного и производственного развития энергетике, то есть квинтэссенцию того, как это было на самом деле в прошлом. На это направлено до 5 процентов энергетических исследований.

Пространственное развитие энергетике следует тенденции создания межстрановых трансконтинентальных и глобальных систем. Они имеют мощную физико-техническую основу в виде трубопроводных и электрических сетей, и одновременно выступают как все более сложные производственные системы, а теперь и как энергетические рынки.

Сформированную в 80 и 90-е годы прошлого столетия глобальную нефтяную систему в ближайшие 10-15 лет дополнит и интегрируется с ней глобальная система газоснабжения. Здесь на рисунке показаны результаты наших исследований, возможная конфигурация ядра этой системы, евразийской газоснабжающей системы в период до 2030 года.

Позднее, вероятно, после 2030 года, для широкого использования космической и термоядерной энергетике потребуются глобальная интеграция региональных электроэнергетических систем. Здесь показана укрупненная система условной ЕЭС мира, обсуждаемая Международным советом по большим электрическим системам.

Эффективная технологическая и производственная структура энергетике гармонизирует все стадии и технологии преобразования энергии от ее источников в природной среде (вот этот левый код: нефть, газ, уголь, гидроэнергия и так далее) через все стадии преобразования энергии до конечного использования у потребителей.

Здесь на рисунке, естественно, показаны только главные потоки преобразования энергии, возникающие при этом потери, а в действительности они на порядки более многообразны и быстро усложняются во времени.

С середины XX века в большинстве индустриальных стран и по миру в целом конечная энергия составляет только 37-39 процентов от первичной. Это даже меньше, чем коэффициент использования энергии первобытного костра в пещере.

Этот парадокс получил объяснение как результат действия разнонаправленных тенденций, главный из которых быстрый рост разнообразия конечного потребления и перестройка структуры в пользу энергии, все более высокой ценности.

Ценность энергии можно измерить как произведение плотности потока энергии на управляемость, то есть величину, обратную среднеквадратичному отклонению фактического режима энергетического процесса от целевого. Эта таблица и график показывают, что за XX век ценность энергии увеличилась на 15 порядков, с 10 в пятой – 10 в седьмой ватт на квадратный метр в его начале (это упряжка лошадей, водяное колесо, сталеплавильная печь) до 10 в 20-й – 10 в 24-й ватт на квадратный метр в конце века (ядерная бомба, лазер, транзистор в интегральной схеме).

Между тем, чем выше ценность энергии, тем ниже КПД ее получения. Знание этих тенденций позволяет ставить целью достижение к середине века не менее 50% для основного индикатора НТП в энергетике – общего коэффициента использования энергии и, соответственно, строить технологическую политику и средства достижения этой цели. Но для этого нужно видеть возможные направления изменения структуры конечного потребления.

На этом рисунке показано, что при прогнозируемом международным агентством удвоении мировой энергетики с 5-го по 50-й год, доля электроэнергии в обеспечении конечной энергии увеличится с 25% в настоящее время до 33%. При уменьшении доли прямого сжигания топлива, это моторное топливо и технологическое топливо, которое составляют сегодня 69%, до 63% и пара горячей воды с 6 до 4%.

От этой традиционной траектории по «водородной» инициативе Буша Соединенные Штаты, Евросоюз, Япония намечают уйти к сценарию водородной энергетики (второй столбик на этом рисунке). Допустим, что водород обеспечит 10% конечного потребления энергии. Это потребует создания инфраструктуры по производству, транспортировке, хранению и распределению, вплоть до автозаправки, до 3 триллионов кубометров этого сверхлетучего и взрывоопасного газа. Для сравнения, сегодня в мире добывается почти в полтора раза меньше природного газа. Это не изменит долю электроэнергии в конечном энергопотреблении, а сократит лишь долю топлива, в основном жидкого, до 54% и долю тепла до 3%. Но даже при широком замещении нынешнего электролиза воды термохимическими технологиями получения водорода его использование потребует по всей цепочке большого расхода энергии. Между тем, нефтетопливо он будет замещать на топливных элементах с получением, обратно же, электроэнергии. Автомобиль на водороде – это, по сути, электромобиль. В итоге мы получаем как бы особый накопитель электроэнергии, но с КПД цикла менее 20%.

Альтернативой водороду служит концепция электрического мира, также широко разрабатываемая в разных странах, когда более половины конечного потребления энергии будет обеспечивать электроэнергия. На качественно новых аккумуляторах (я их упоминал) она будет замещать прямое сжигание топлива, снизить его до 47%, прежде всего на транспорте и в распределенной энергетике, а при освоении сверхпроводимости принципиально облегчит к тому же использование возобновляемой энергии, особенно солнечной и приливной. Это одна из важнейших развилок инноваций в энергетике. От того, кто выиграет эту гонку идей и технологий эффективного аккумулирования электроэнергии, сильно зависит востребованность других направлений НТП и вообще конфигурация энергетики будущего. В прогнозах МЭА ясность по этой проблеме пока отсутствует.

Перейдем теперь к энергетике России, которая имеет свои важные особенности. Прежде всего, это высокая обеспеченность сравнительно дешевыми энергоресурсами. Мы располагаем 15% мировых запасов при менее 3% численности населения. Это важная особенность всех энергоэкспортирующих стран, не только России. А теперь о наших специфических особенностях. Прежде всего, Россия, как известно, самая холодная и протяженная (11 часовых поясов) страна с очень низкой плотностью населения и энергетической инфраструктурой, соответственно, в 4 по населению и 7 по инфраструктуре раз меньше, чем в Соединенных Штатах, одной из самых распластанных стран и энергетик мира.

Далее. Энергетическая эффективность российской экономики в 5 раз хуже среднемировой, а нагрузка энергетики на экономику у нас в 4 раза выше. Капиталовложения в нашу энергетику составляют 6% от ВВП при менее полутора процентов по миру в целом. Наконец, Россия, по меньшей мере, нейтральна к потеплению климата, а, возможно, и выигрывает от этого.

Влияние этих особенностей на приоритеты НТП иллюстрирует здесь пример энергоснабжения условного поселка из 100 домов, или сельхозфермы, или рыбозавода, или тому подобное, в Германии (это первые столбики в каждом блоке), на юге России (вторые столбики) и в центре России (третьи столбики). Показаны варианты получения энергии от энергосистемы (первый блок), использования биомассы (второй блок), ветра и солнца (соответственно, третий и четвертый).

В Германии затраты на биоэнергетику и ветер меньше затрат на энергию от системы, с учетом платы за выбросы парниковых газов, то есть, эти столбики меньше того, что можно было бы получать, цены энергии от энергосистемы, если в эту цену включить плату за выбросы парниковых газов. На юге России энергоклиматические характеристики практически идентичны германским, и все возобновляемые энергоресурсы стоят практически столько же, а солнечная энергия даже несколько меньше. Но энергия от системы из-за дешевого топлива у нас, даже с учетом больших затрат на доставку ее потребителям, гораздо больших, чем в Германии (у нас распределенная, рассыпанная система), оказывается в полтора раза меньше, чем в Германии. Понятно, что это откладывает применение коммерчески эффективной, да и эффективной по народнохозяйственным показателям, применение новых источников энергии, пока цены топлива в России не достигнут современных европейских, а до этого еще далеко.

В Центральной же России сдвигка во времени будет еще больше, из-за худших климатических условий возобновляемые ресурсы здесь на 20-40% дороже, чем на юге, это видно из приведенных графиков.

Названные особенности энергетики меняют приоритеты НТП. Для России это, прежде всего, энергосбережение, как уже здесь не раз отмечалось, и технологический пакет международного агентства в этой части для нас вполне интересен. Далее при относительно дешевом топливе нам нужны менее капиталоемкие технологии, даже с несколько худшими КПД. Особенно важны для нас технологии дальнего транспорта энергии и распределенная децентрализованная энергетика. Кроме того, в своей технологической политике России целесообразно проявлять умеренность в мерах по сдерживанию эмиссии парниковых газов.

До сих пор речь шла о направлениях научно-технического прогресса в энергетике. Но еще важнее масштабы его применения, которые определяются прогнозом развития энергетики. В этом отношении в последние полтора года у нас сделан хороший задел в виде разработки энергетической стратегии России до 2030 года. В ней рассматривается рост (это результаты нашего института) потребления энергии в зависимости от сценария на 35-70% , вилка очень большая, производство энергии на 30-40% при существенном замещении нефти и газа, атомной энергии возобновляемыми ресурсами, энергоресурсами

и углем; экспорт энергии с ростом 18-20% до 15-20-го года и последующей стабилизацией или даже снижением.

Перед нашей энергетической наукой, таким образом, стоит задача определить с учетом мировых тенденций свои приоритеты НТП и создать технологии с параметрами, отвечающими российским условиям.

Соответствующие работы уже ведутся.

Под руководством академика Фортова и члена-корреспондента Батенина разработана первая версия Дорожной карты научно-технического прогресса для энергетических стратегий России до 2030 года.

Под руководством академика Волкова разработана концепция НТП в электроэнергетике до 2030 года. Она одобрена в последний месяц своего существования РАО ЕЭС России и очень воспринята, главное, ее приемником - Федеральной электросетевой компанией.

Академик Пономарев-Степной и член-корреспондент Большов подготовили альтернативные концепции Стратегии развития атомной энергетики до 2050 года.

Академик Шейндлин инициировал и определен координатором программы Президиума РАН «Фундаментальные основы развития энергетических систем и технологий».

Академик Фаворский подготовил доклад с обобщением выполненных нашим Отделением исследований по инновационному развитию энергетики России до 2030 года, который вошел составной частью в соответствующий доклад Российской академии наук.

Но главное, по нашему представлению, еще предстоит сделать.

Научные исследования по инновационной энергетике, естественно, пойдут в рамках Генеральной программы фундаментальных исследований РАН на 2008-2012 гг.

Каналом для их реализации может стать главный документ энергетической политики страны «Энергетическая стратегия России до 2030 года», которая находится в процессе разработки.

Согласно приказу Минэнерго в состав почти ста специалистов межведомственной рабочей группы для формирования стратегии входят пятнадцать поименованных здесь членов Российской академии наук.

Важно определить и закрепить документами энергостратегии состав, параметры, сроки и размеры применения приоритетных энергетических технологий с необходимым их финансированием.