

ВЫСТУПЛЕНИЕ

Ефим Шмуклер

Прежде всего, я хотел бы напомнить, что тема конференции – «Будущее энергетики», или – «Энергетика будущего». Возможно, моё выступление прозвучит диссонансом, так как, в отличие от Игоря Ланцмана, у меня нет оснований для восторгов. Доклады и их содержание не вполне соответствуют направленности конференции. Экскурсы в историю политики (как прелюдия, вполне уместные), связанной с энергетическими проблемами – без конкретного анализа вектора развития энергетики; рассмотрение экономических аспектов энергетических проблем – без анализа новых идей, вполне реализуемых, – скажем прямо, никак не приближают нас к реальному научному прогнозированию энергообеспечения будущего человечества. Ускользают новые источники энергии и те идеи, которые в состоянии вывести общество из энергетического кризиса в недалёкой перспективе.

Вокруг чего вёлся разговор? Вокруг традиционных источников энергии. Рассматривались, в лучшем случае, энергосберегающие технологии. Мне буквально накануне конференции удалось в интернете найти и распечатать небольшую статью (скорее, заметку), посвящённую энергетике будущего [<http://www.firstjob.ru/?Science&ID=269>]. Здесь энергетические вопросы связываются с проблемой сокращения выбросов в атмосферу углекислого газа (CO₂) – продукта горения любого органического топлива (газ; нефтепродукты – бензин, керосин, соляровое масло...; дрова...). Предлагается ряд реальных и фантастических идей. Наши соображения о возможности их осуществления, а также реакция на представленные в рамках конференции и на прозвучавшие ранее в Клубе доклады приведены ниже.

* **Термоядерный синтез.** Так называемый «термояд» разрабатывается уже много десятилетий. Тема для отдельного разговора. Мало того, что технологических решений для масштабного получения энергии ещё нет, стоимость такой энергии экономически неприемлема. Идея зависает. Правда, в мае 2010 года представители КНДР объявили, что в их стране овладели «технологией термоядерного синтеза». Блеф или реальность?

* **Высотный ветер.** Ветряные электростанции уже функционируют (например, в Германии), прорыв ожидается и в США: в нашем штате – Массачусетс. Принято решение построить ветряную электростанцию (планируется построить 130 ветровых турбин высотой 440 футов в заливе Нантакит на площади 25 квадратных миль; по оценке *Energy Management*, станция должна обеспечить потребности полуострова Кейп-Код в электроэнергии приблизительно на 70%). Но это не те мощности, которые необходимы. Поднять генераторы на большую высоту, где сила ветра велика, сложно. Есть и экологические проблемы, сопротивляются политики... Кое-какая информация – в связи с этими планами и дискуссией - появилась в газете “*Metro*” (29 апреля 2010 года, с.2).

* **Космическое зеркало.** Речь идёт об использовании солнечной энергии. Мы прослушали доклад А.Филиппова «Будущее солнечной энергетики». Это хорошая, добротная лекция о Солнце. Правда, проекция картинок на экран была настолько некачественной, что постичь показываемое лично я не мог. Солнечная энергия и сегодня используется (солнечные батареи, нагрев воды...), но это не решает – оптимально – проблему промышленного получения энергии за счёт Солнца.

Не мешало бы раскрыть суть ядерных процессов, протекающих на Солнце (повторённых в водородной бомбе, но не освоенных в физических установках) и наметить

перспективные пути реального использования энергии Солнца в реальных промышленных технологиях.

Идея космического зеркала – пока только идея: вывести солнечные батареи на околоземную орбиту. Что ещё? Нужна перспектива.

Выступил приглашённый гость – Владимир Ключев, который предложил свой проект использования солнечной радиации. Рисунки, данные на стандартном листе, не были видны. Поэтому их толкование не доходило до меня как до слушателя (об остальных говорить не буду). Было сказано, что разогрев будет таким, что вода начнёт разлагаться на водород и кислород. Есть единственный способ разложить воду (H_2O) на два простых вещества – водород (H_2) и кислород (O_2) – электролиз (это и предлагает делать А. Горлов в своём проекте, см. далее). Этот метод давно освоен промышленностью. Термически воду разложить невозможно – так, чтобы получить водород как целевой продукт, из-за того, что реакция при температуре разложения и последующего охлаждения обратима. Но суть не в этом, а в том, что предложенное не прошло апробацию и существует только на бумаге – как техническая идея, то есть в голове. Уже хорошо.

* **Нанотехнологические солнечные элементы.** Суть идеи состоит в том, чтобы повысить эффективность солнечных батарей путём использования материалов с заданной «молекулярной структурой». Идея есть, материалов – нет, опытных установок нет. Но идея вполне реальная – возможно, для очень отдалённого будущего.

* **Глобальная суперсеть.** Речь идёт о создании «всепланетной сверхпроводимой электросети»... Комментарий оставим за многоточием.

* **Волны и приливы.** Идея, конечно, не нова. Частично реализована (использование энергии приливов), а вот обуздание волн – это впереди. И не везде есть волны, способные механическую энергию, в конечном счёте, превратить в энергию электрическую.

В нашем Клубе несколько лет тому назад выступал Александр Горлов, он знакомил нас со своим проектом – электростанцией, основанной на океаническом течении (Гольфстрим) – во Флоридском проливе (скорость течения – $2,5 \cdot 10^7$ м³/с, что в 20 раз превышает «расход» воды всех рек Земли). Основа электростанции – геликоидная гидротурбина (турбина Горлова). Она имеет три спиральные лопасти, которые потоком воды вращаются (в три раза больше скорости течения). Это небольшое устройство: 84 см в длину, 50 см в диаметре, масса – 35 кг. КПД = 3КПД (обычных турбин). Одна секция, устанавливаемая вертикально на специальную платформу, состоит из 16 турбин. Мощность вырабатываемого генератором тока – 38 кВт ($38 \cdot 10^3$ Ватт), мощность всей электростанции (а это 800 блоков) – 30 мегаватт ($38 \cdot 10^6$ Ватт). В настоящее время активнее всего эта технология осваивается Южной Кореей. Можно назвать другие страны: Чили (будет строиться электростанция в Магеллановом проливе), Индия, Англия. Следует обратить внимание на публикацию в газете «Нью-Йорк Таймс» (22 апреля 2010 года). Эта информация почерпнута мною из непосредственного общения с Александром Моисеевичем Горловым. Оказывается, что лопасти «турбины Горлова» могут вращаться и от силы ветра, что делает этот подход универсальным.

Океанские электростанции – будущее энергетики? Не будем ничего утверждать, а только констатировать: есть реальный источник производства экономически и экологически выгодного электричества. Будущее покажет.

* **Микробиологическая энергетика.** Речь идёт о том, чтобы научиться выращивать энергию так же, как выращиваются продукты питания. Надежды – на генную инженерию.

Это, конечно, не то, что имеет место уже сейчас. Буквально в день проведения конференции я видел по украинской программе новостей, как на одной из животноводческих ферм используется навоз для получения метана и органического удобрения. Метан сжигают, за счёт теплоты реакции горения метана образуется пар, который вращает турбину электрогенератора. Небольшая компактная установка, которая обеспечивает хозяйство электричеством, а его реализация экономит 5 млн. гривен. Это реально, это конкретно, это существенно. Но животноводческие фермы могут иметь только локальное значение. Вместе с тем, это направление, безусловно, будет последовательно и упорно развиваться. Главное, что начало положено в ряде стран.

Будущее нельзя связывать с нефтью. «Топить можно и ассигнациями!» – воскликнул однажды Д.И. Менделеев (1834-1907). Но... Самолёты пока что без керосина не летают. Проще с автомобилями, двигатели которых рассчитаны или на бензин, или на «солярку». Вряд ли до конца решит проблему производимый в Бразилии и США гидролизный спирт, или же масла некоторых сельхозкультур (уже сегодня очевидно: земля нужна для производства продуктов питания!). Говорили на конференции об электромобилях – гибридных или же целиком электрических. Но, опять-таки: нужны источники электроэнергии для зарядки аккумуляторов или чего-то ещё.

Говорили о газе. В ближайшие десятилетия его роль будет существенной. Посмотрите: в обход Украины прокладывают или будут прокладывать газопроводы на Севере и Юге Европы. Для чего? Для бытовых нужд: получение тепловой энергии. Для получения энергии на тепловых электростанциях. Для функционирования предприятий химической и металлургической промышленности. Рано или поздно природный газ закончится. Я говорил и говорю: оставьте природный газ и нефть химикам! Кроме природного газа, есть ещё и попутный нефтяной газ, который, в соответствии с практикой, зародившейся ещё в СССР, сжигают в факелах. Это является вопиющей бесхозяйственностью. Однако решения этого вопроса пока нет.

Высказывалась мысль, что природный газ *нужно* превращать (химически, естественно) в жидкость (не путать со сжижением газа), чтобы иметь аналог бензина. Нерациональность и неэкономичность этого очевидна, не говоря о сущности вопроса. Синтетический бензин – сегодня – это уже не проблема, но пока есть нефть – проще идти по накатанному пути.

Звучит несколько абстрактно, поэтому поясню: газообразные природные углеводороды по углероду имеют состав $C_1 - C_4$, а те, что входят в состав бензина, к примеру, - $C_5 - C_{11}$. Следовательно, нужны катализаторы, высокие температура и давление, а это сложная и дорогая технология. Сжиженный газ – это куда ни шло!

Зашёл разговор об использовании водорода как экологически чистого топлива. «Хороша Маша, да не наша!» Идея старая, есть опыт практического освоения, сложно решается (это подчеркнул в своём ответе на вопрос Яков Басин) вопрос безопасности (а при многочисленных авариях на дорогах, и не только, проблема многократно усложняется), но при этом во весь рост становится проблема источников водорода (неисчерпаемый источник – только вода, а пока что водород получают из того же метана (CH_4) и при коксовании угля, причём стоимость угля, как показал недавний опыт России, – человеческие жизни). При этом следует сказать, что в химической и частично в металлургической и пищевой промышленности водород используется широко...

Что остаётся? На что можно положиться уже сейчас и немедленно? На атомную энергетику! Получать энергию на атомных электрических станциях (АЭС)! Кстати, председатель российского правительства В. Путин, пребывая с официальным визитом в Италии, 26 апреля сказал то, что прежде прозвучало у нас на конференции: «...Сегодня

есть только одна существенная альтернатива, заметная, реальная, практическая – это атомная энергетика».

Остановимся на этом более подробно. Основу атомной энергетики составляют, прежде всего, руды урана. Мною была высказана мысль, что уже сейчас существует проблема обеспечения АЭС топливными элементами. Более того, наметился как реальная перспектива для будущего энергетики значительный прирост мощностей – даже в США. В настоящее время в 31 штате вырабатывают электроэнергию 66 АЭС, где функционируют 104 реактора (а было больше – 112). На долю атомной энергетики США приходится около 20% производимой и потребляемой электроэнергии. Предполагается построить ещё 180 атомных реакторов, причём первые сто – до 2020 года. По другим данным, только к 2050 году число станций должно быть доведено до 200.

Главные производители атомной электроэнергии – США, Франция (59 реакторов покрывают потребности страны на 78%), Япония (54 реактора) – это 49% действующих реакторов и 57% производимой электроэнергии на АЭС.

О своих планах развития атомной энергетики заявили Россия, Китай, Япония, Индия (запланировано строительство 11 АЭС)... Уже сегодня в Японии действует 54 АЭС, к 2030 году планируется построить ещё 14, причём за первые десять лет – девять. Китай ежегодно планирует начинать строительство 6-8 атомных электростанций-миллионников – и столько же должно начинать свою работу, к 2020 году все АЭС должны выработать 60-70 млн. кВт. Если сейчас на долю АЭС приходится всего около 2%, то к названной дате этот показатель должен достичь 15%.

В ближайшие 12 лет число атомных станций в России должно удвоиться. Уже начато строительство Балтийской АЭС (Калининградская обл.). А 19 мая 2010 года осуществлён пуск второго блока на Ростовской АЭС. До 2020 года должно быть построено 11 новых атомных станций. По данным В. Путина, 15-16% производимой в России электроэнергии приходится на долю АЭС, а за 10 лет этот показатель должен вырасти до 25%.

О серьёзности намерений России свидетельствует саммит Россия-Намибия в Москве. Подписан меморандум о сотрудничестве в области геологоразведки и добычи урана. Намибия уже сегодня занимает 8 место по числу разведанных крупных месторождений (любопытно, что называются и другие цифры-числа: 5 и даже 2!). Именно в Намибии находится самая большая в мире урановая шахта (на самом деле – карьер, и, соответственно, – технология получения оксида урана – конечного продукта). Россия готова вложить в полномасштабную добычу и первичную переработку урановых руд 1 млрд. долларов, причём весь добытый уран она готова покупать по мировым ценам...

Россия и Украина договорились, что Россия поможет Украине достроить Хмельницкую АЭС (два блока функционируют уже давно). Практически предрешён вопрос о строительстве АЭС в Белоруссии – два блока мощностью по 1200 МВт на Островецкой площадке (рядом – река Неман, в 60 км от Вильнюса). Дата запуска первого блока – в 2016 году, второго – в 2018 году (политический кризис, возникший в связи с усложнением отношений между Лукашенко и Медведевым, думается, не сорвёт этого плана).

Есть договорённость и с Турцией: Россия построит им АЭС около порта Мерсин: 4 энергоблока (мощностью по 1,2 МВт) – за 7 лет и стоимостью порядка 20 млрд. долларов.

Действующие АЭС и будущие мощности надо обеспечить урансодержащими тепловыделяющими элементами (ТВЭЛы). Для этого необходимо иметь урансодержащее сырьё. В земной коре (минимальная толщина – 20 км) имеется 0.00025% урана (это весовые проценты), но доступным является только поверхностный слой. Во всей литосфере, по оценкам, содержится $1,3 \cdot 10^{14}$ т урана. При этом надо учесть, что природный уран (элемент № 92 в периодической системе химических элементов) состоит из смеси трёх изотопов: **U-238 (99,2739%)**, период полураспада – $4,468 \cdot 10^9$ лет; **U-235 (0,7024%)**,

период полураспада – $7,038 \cdot 10^8$ лет; **U-234 (0,0057%)**, период полураспада – $2,455 \cdot 10^5$ лет. Все испытывают альфа-распад (из ядра выбрасывается ион гелия: $[_2\text{He}^4]^{+2}$), который сопровождается гамма-излучением (главная опасность при контакте с радиоактивными материалами!), причём активность урана-235 в 21 раз меньше активности урана-238. Но главное различие – в способности урана-235 к делению под воздействием нейтронов, что сопровождается огромным тепловыделением. Уран-238 в основном поглощает (захватывает нейтрон), превращаясь в уран-239, который далее через два бета-распада (β -частица – это электрон, вылетающий – не пугайтесь и не удивляйтесь – из ядра, так как ядерная частица-нейтрон превращается в протон) превращается в оружейный плутоний-239. Реактор по производству плутония в России недавно – в апреле 2010 года – остановлен, этот реактор в мире – последний.

Итак, для получения энергии в ядерном реакторе необходим уран-235. Поскольку содержание урана-235 в природном уране невелико, то, используя различные методы разделения изотопов, его содержание доводят до 3-5% для реакторов, работающих на тепловых (медленных) нейтронах; на быстрых нейтронах – содержание изотопа урана-235 должно быть бóльшим – 20% и более.

Так как производство электроэнергии на АЭС растёт (в данный момент действует порядка 440 реакторов), растёт и добыча урана: 2003-й год – 35492 т, 2005-й – 41250 т, 2008-ой – 43648 т (прогноз на 2009 год был 48685 т), а потребление составляет 67000 т/год. Парадокс, противоречие, нонсенс? Нет: пока что используется так называемый «складской» уран – уран, извлечённый из устаревших ядерных боеголовок (прогноз на исчерпаемость – 2020-й год).

Уран-производящие страны: Канада (11410 т), Австралия (9044 т), Казахстан (4020 т), Россия (3570 т, а при потреблении – 9000 т), США (1249 т), Украина (920 т), Китай (920 т). В частности, в 2009 году Казахстан добыл 13500 т урана.

По имеющимся сведениям, общие запасы урана – около $1,5 \cdot 10^6$ тонн (встречается и цифра $4,7 \cdot 10^6$ т, и даже – $3,5 \cdot 10^7$ т). Запасы урана в природе распределены неравномерно: Австралия – 40% мировых запасов, Казахстан – второе место. Есть месторождения урана в ряде стран. Это такие страны, как Канада, Заир, Намибия, Чехия, Франция, Россия, ЮАР, США, Швеция, Марокко, Ангола, Центральноафриканская Республика, Испания. Но между ними нельзя поставить знака равенства. Имеется в виду, что различны состав руд, запасы и условия проведения горных работ, следовательно, и технология получения конечного продукта до этапа центрифугирования с целью обогащения изотопом урана-235 смеси изотопов.

Есть и такая информация по добыче урана: Канада – 21%, Казахстан – 20%, Австралия – 19%, Россия – 8%. Добычей урана занимаются 25 стран.

В 2004 году были произведены расчёты: запасов урана хватит на 85 лет, а если традиционные атомные реакторы заменить «быстрыми ядерными реакторами», то этот период можно продлить до 2500 лет. Эта информация приводится как ответ на утверждение, что запасов урана хватит на 1000 лет при работе на обычных реакторах.

Говорилось, что, кроме руд урана (более правильно говорить – руд, содержащих уран, например, в месторождении, что разрабатывается в Намибии, на долю урана как химического элемента приходится всего 0,05%), в резерве имеются ещё месторождения тория (Th – знак химического элемента и химическая формула простого вещества). Но... сначала изотоп тория-232 необходимо превратить в изотоп урана-233, способный, как и уран-235, делиться при бомбардировке нейтронами (торий-232, поглощая нейтрон, превращается в торий-233, после чего последовательно имеет место два бета-распада – и торий-233 – элемент номер 90 – превращается в уран-233 – элемент номер 92).

В настоящее время в мире функционирует только одна АЭС, работающая по данной технологии (на территории Индии). Следует, однако, отметить, что с использованием тория как ядерного топлива возникает ряд сложностей, обсуждение которых я опускаю.

Несмотря на разрушение ядерного реактора на Чернобыльской АЭС (Украина) в 1986 году, республика продолжит наращивать мощности атомной энергетики. Это – мировая тенденция, как видно из изложенного выше. 1 кг ядерного топлива позволяет получить 1 млн. кВтч энергии (для сравнения: 1 кг газа – 14,9, 1 кг нефти – 12,6, 1 кг угля – 8,2). В настоящее время разработаны новые типы реакторов, установлена многократная защита, повышены требования к персоналу, из-за которых и случались аварии на атомных электростанциях. Понятно, что атомная энергетика – это надёжный с точки зрения безопасности, а также обеспечивающий стабильность и высокую мощность потенциала – способ получения электрической энергии, необходимой для всех сфер деятельности и жизнедеятельности человека. Психологический барьер, навеянный страхом, уже преодолен. Особенно это касается американцев. Даже Египет в августе 2010 года принял решение построить в стране первую АЭС на Западе страны, на берегу Средиземного моря.

Мы можем констатировать: ближайшее будущее энергетики – относительно – светло и прозрачно. Что касается далёкой перспективы, то оно может быть связано далеко не только с источниками энергии (желательно, неисчерпаемыми). Судьба человечества может быть решена до угасания Солнца (события в Мексиканском заливе – только последний пример преступной деятельности людей). Но это уже другая тема.

ОТВЕТЫ ДОКЛАДЧИКОВ НА ВОПРОСЫ

Ответы на вопросы к докладчику В. Литвину

Феликс Румкин: *В какой валюте Китай инвестирует средства в Африке?*

Ответ: Способов несколько. В начале прошлого года Китай заключил контракты с рядом африканских стран на поставку нефти, газа, лесоматериалов и пр. Контракт определяет спецификацию поставляемого сырья, сроки поставок, стоимость и т.д. Оплата в таких случаях общепринятая: с одного банковского счета на другой. Чаше практикуется то, что на коммерческом жаргоне называется «бартером».

В докладе говорилось, что китайская государственная нефтяная корпорация «Синопек» подписала соглашение с Ираном. Китай будет вести работы по освоению нефтезалежей в Ядавране, а Иран будет поставлять Китаю 70 миллионов баррелей нефти в год.

Другой пример. Я говорил о строительстве нефтепровода ВСТО – Восточная Сибирь – Тихий океан. Строительство ВСТО частично финансируется за счет кредита в 25 миллиардов долларов, взятого у Китая в обмен на гарантии поставок нефти в течение 20 лет. Это тот же бартер.

Рабочим, занятым на строительстве дорог, вспомогательных сооружений и пр. Китай платит наличными, долларами. Юани, естественно, в Африке не котируются.

Аркадий Плоткин: *Я знаю, что участки на севере России уже захвачены для нефтеразработок. Что можно сказать по этому поводу?*

Ответ: Каждое государство охраняет свои границы. А кому принадлежит Мировой Океан? Ведь сегодня нефтедобывающие скважины выдвигаются всё дальше и дальше от берега.

В докладе говорилось о конфронтации Норвегии и России в акватории Баренцева моря. (На этот раз конфликт разрешился мирным исходом).

Для того чтобы избежать международных конфликтов, в 1982 году Организация Объединенных Наций приняла «Конвенцию о Законе Моря» («*Convention on the Law of the Sea*»). Установлен размер территориальных вод в 12 морских миль (22 километра). На территориальные воды распространяется суверенитет страны (как и на воздушное пространство). Территориальные воды – это суверенная экономическая зона с суверенным правом на рыболовство, разработку месторождений и пр.

Но страны не довольствуются территориальными водами. Считается, что континентальный шельф (наиболее богатый углеводородами) геологически принадлежит стране, если она может доказать, что шельф – продолжение её территории. Об этом шла речь в докладе: на Хребет Ломоносова претендуют Россия, Дания и Канада. Как видите, поводов для конфликтов, вплоть до военных, предостаточно.

Ирина Тодер: Что мы имеем в виду, когда говорим о постиндустриальном обществе?

Ответ: Вопрос интересный, заслуживает подробного освещения. Пользуясь возможностью дополнить доклад после конференции, я включил раздел «Будущее энергетики и мира».

В этом разделе дан подробный ответ на Ваш вопрос. Это может быть интересно всем.

Ответы на вопросы к докладчику Я.Н. Басину

А. Ювецкович: Можно ли сохранить идею автомобиля, но применять вместо горючего из нефтепродуктов более экономичное топливо, в частности, заменить автомобили с ДВС такими же автомобилями с гибридными и электрическими двигателями?

Ответ: Именно таким путём идёт автомобильная промышленность сегодня. Население развитых стран, особенно в США и Канаде, не мыслит своей жизни без полногабаритного автомобиля, имея под капотом моторы на 150-200 и более лошадиных сил. Поэтому строятся и проектируются гибриды и электромобили с такими же кузовами и комфортом в салоне. По всему миру уже продано 1,2 млн первого массового гибрида *Prius* компании *Toyota*. Но этот путь совершенствования личного транспорта, хотя и решает вопросы экономии нефтепродуктов и улучшения экологии в черте города, но не выводит из тупика проблему гиперавтомобилизации, загоняя эту большую проблему ещё глубже. Во-первых, резко возрастает потребление электроэнергии. Для увеличения её производства потребуется дорогостоящее строительство ТЭЦ с серьёзной дополнительной экологической нагрузкой. Во-вторых, не решаются главные проблемы гиперавтомобилизации: человеческие жертвы автодорожных катастроф, пробки, дефицитность мест парковок. В-третьих, стоимость такого транспорта, несмотря на снижение цены потребляемой энергии при замене нефтепродуктов электричеством, окажется ещё дороже, чем обычный автомобиль, в частности, из-за высокой стоимости аккумуляторов. Такие электромобили могут оказаться не по карману массовому пользователю. Вот пример. GM планирует выпуск автомобиля *Chevrolet Volt* со следующими характеристиками: пробег на электрической тяге 64 км, бак бензина позволит проехать ещё 500км. Стоимость этой автомашины \$41 тыс. Микроэлектромобиль будущего – это высокотехнологичное транспортное средство, сделанное из новейшего лёгкого и сверхпрочного материала, что и позволит его сконструировать малогабаритным и с минимальным весом, рассчитанным на

эксплуатацию в любых климатических условиях. Безопасность будет обеспечиваться системой с радаром, которая не допустит столкновений на дорогах. Управление машиной поручат компьютеру с навигационной системой, позволяющей максимально упростить и при необходимости осуществить дистанционное управление машиной. Эпоха автомобильных динозавров, наконец, должна закончиться.

М. Кригсгабер: *Можно ли заменить бензин другим топливом?*

Ответ: В Бразилии производят дешёвый этанол из отходов производства тростникового сахара. Им заменяют бензин. Можно производить метанол из натурального газа и отходов древесины. Оба эти спирта используют вместо бензина в машинах с ДВС всех типов. Там, где сырьё для их производства дешёвое, а нефтепродукты дороги, такая замена целесообразна. В частности, для заправки машин в регионах крупного с/х производства и заготовки древесины. Водород в качестве источника энергии также рассматривался как возможность замены нефтепродуктов на транспорте. Но после изобретения современных аккумуляторов с высоким запасом электроэнергии на единицу их веса водородная энергетика для массового транспорта будущего отступила на второй план.

А. Давидкович: *Есть ли защита от падения у вертолётов?*

Ответ: К сожалению, вероятность падения у вертолётки выше, чем у самолёта, поскольку этот вид воздушного транспорта не способен планировать, если произойдёт аварийная остановка его мотора. В связи с этим дефектом вертолётки вспомнили о другом вертикально взлетающем воздушном транспортном средстве, известном с 20-х годов прошлого столетия: об автожире. В этом аппарате воздушный винт на вертикальной оси способен при остановке мотора обеспечить плавное планирование до посадки на землю.

И. Вайсман: *Ведутся ли поиски новых способов добычи водорода?*

Ответ: Самый дешёвый метод производства водорода использует метан и газификацию угля. Разработаны технологии производства водорода из биомассы, муниципального и коммерческого мусора, из воды с применением высоких температур, использующие энергию солнца и новые типы ядерных реакторов. Производство водорода из воды с помощью электролиза целесообразно при наличии дешёвого источника электроэнергии. Взрывоопасность водорода серьёзно затрудняет его хранение и создание инфраструктуры для его транспортировки. Эта проблема решается созданием компактных источников водорода, питающих непосредственно генератор электрического тока, например, топливный элемент. Таким источником может быть алюминий в порошке, который реагирует с водой с образованием окислов и выделением водорода. Сложность состоит в том, что окисная пленка препятствует продолжению реакции с выделением водорода. В научных публикациях сообщается об успешных методах решения этой задачи на экспериментальном уровне (см. А.Е. Шейдлин и А.З.Жук. «Концепция алюмоводородной энергетики»).

А. Плоткин: *Почему не добывают нефть на Аляске?*

Ответ: Продхо Бей на полярном побережье Аляски, самое крупное месторождение нефти на территории США, давно и активно эксплуатируется. Другие крупные месторождения на суше ещё не найдены. Шельф на акватории полярных морей у побережья Аляски пока недоступен из-за тяжёлой ледовой обстановки для коммерчески обоснованной эксплуатации нефтяных месторождений. Значительная часть территории Аляски – это резервная федеральная территория, на которой запрещена разведка и эксплуатация нефти и газа.

А. Ракин: Все проекты в зачаточном состоянии. Когда же это всё будет? Какие пути есть на сегодняшний день?

Ответ: Действительно, в Америке ничего радикального в области энергетики на транспорте не происходит. Даже в области электрификации ЖД транспорта заметных сдвигов мы не видим. По внутригородской ЖД Бостона продолжают курсировать поезда на тепловозной тяге. Мысль о том, что будущее городского транспорта за микротранспортом, возникла у меня, когда я гостил у дочери в Нидерландах. Меня удивило малое количество автомашин на улицах старого города Лейдена. Все жители «от мала до велика» предпочитают пользоваться велосипедом в любую погоду. Добираются до магистральной электрички, соединяющей все города страны, оставляют на ЖД остановке велосипед и едут комфортабельным электропоездом со всеми удобствами. Вот реализация двувидовой системы транспорта: просто, эффективно, и нефтепродукты не требуются. Остаётся заменить велосипед или скутер высокотехнологичным микроэлектромобилем. Уже появился вариант такого совершенного транспортного средства будущего: совместное детище американского концерна *GM* и его китайского партнёра *SAIC*. И не случайно проект планируется реализовать в Китае.

ДИСКУССИЯ ПО ДОКЛАДАМ КОНФЕРЕНЦИИ

А. Ракин: Доклады мне понравились все. Глубоко и обстоятельно рассказано об энергетических ресурсах в различных аспектах: от источника солнечной энергии, международных конфликтах, связанных с получением энергоносителей, до проблем энергообеспечения транспорта будущего. Я согласен с тем, что торговый дефицит нашей страны в значительной степени зависит от импорта нефти. Это обусловлено тем, что большинство жителей Америки имеют или стремятся иметь личные автомобили. Меня, собственника автомобиля с бензиновым двигателем, как жителя США и как большинство американцев, особенно интересует проблема ближайшего будущего личного транспорта. Я получил достаточно полный ответ на мой вопрос и согласен, что предложенный прогноз автора доклада по этой проблеме вполне вероятен, но не ясны временные рамки и конкретные формы реализации предполагаемых технических решений.

В качестве недостатка представленных докладов отмечу следующее. По моему мнению, мало сказано о собственных энергетических ресурсах США. В частности, например, о наличии в стране больших запасов каменного угля, а также о потенциальных ресурсах солнечной и ветровой энергетики у нас. Следовало бы напомнить, что США по абсолютным показателям являются самым большим в мире производителем электричества на АЭС. Но, с другой стороны, проблеме дальнейшего развития атомной энергетики до последнего времени не уделялось должного внимания ни законодательной, ни исполнительной властью, ни общественностью страны. Доказательством служит сам факт, что за последние 30 лет в США не построено ни одной АЭС.

И. Ланцман: Я благодарю докладчиков за интересные доклады, которые расширили мои представления об энергетике будущего по многим аспектам. Могу добавить информацию к вопросу о будущем личного транспорта. Корпорация *GM* готовит к выпуску «гибрид», способный проехать 130 миль на одном галлоне бензина, что в три раза экономней автомашин того же класса, только с бензиновым двигателем. Можно выразить сожаление, что сообщение В. Ключева о его изобретении нового типа устройства для использования солнечной энергии не было представлено накануне, в первый день конференции, после доклада А. Филиппова, посвящённого той же теме.

С. Ястребнер: По моему мнению, конференция прошла на достаточно высоком уровне. Во всяком случае, я узнала много нового и интересного для себя, за что я очень благодарна докладчикам и выступающим. К сожалению, присутствующих на конференции было меньше, чем можно было ожидать.

Президент Клуба М. Цалюк: Завершая нашу двухдневную конференцию, посвящённую актуальнейшей теме современности – «Энергетика будущего», прослушав четыре доклада и одно сообщение и проведя развёрнутую дискуссию, можно констатировать, что конференция прошла на высоком уровне. Критические замечания ряда выступающих в дискуссии к отдельным положениям докладчиков большей частью были вполне уместными и дополняли материал докладчиков. Хочу лишь возразить на замечание Ефима Шмуклера об излишней политизации обсуждаемых проблем энергетики. На мой взгляд, проблемы политические и энергетические взаимосвязаны весьма тесно, и нельзя этого недооценивать.

Тем не менее, в целом активность членов Клуба в работе конференции считаю недостаточной.