

В. МЕЛЬНИКОВ, В. СЫСОЕВ, А. ВЕРЛАН, В. МАТЮХИН, Б. ХАРЛОВ

Лидерство России в создании промышленных лазерных космических солнечных электростанций для трансляции электроэнергии на Землю

Необходимость создания космических солнечных электростанций (КСЭС) связана с ростом цен на традиционные энергоносители и ущербом от природных катаклизмов (366 миллиардов долларов, по данным ООН в 2011 г.), обусловленных техногенным воздействием традиционной энергетики на окружающую среду [1,2]. В новых экономических условиях направление создания КСЭС может определять темп развития космической техники и содействовать модернизации и инновационному развитию России, способствовать решению социальных и политических задач, а также обеспечивать энергетическую, экологическую и оборонную безопасность страны.

Создание научных основ беспроводной передачи энергии на расстояние и ее элементной базы восходит к работам Николы Тесла и Петра Капицы.

Известные концепции КСЭС предусматривают использование полупроводниковых фотопреобразователей солнечной энергии в электроэнергию, располагаемых на геостационарной или иной орбите перпендикулярно солнечным лучам. Собранная по площади всех фотопреобразователей электроэнергия преобразуется в СВЧ или лазерный сигнал различного диапазона длин волн, не поглощаемый на пути из космоса на Землю и передаваемый на наземную приемную антенну (ректенну).

Первый инженерный проект КСЭС был разработан Глейзером в 1968 г. в США [3]. В проекте была показана целесообразность создания энергетического объекта в космосе на мощность порядка 10 ГВт (потребность среднего региона) и передачи электроэнергии на Землю в СВЧ-диапазоне (рис. 1). Космическая электростанция Глейзера представляла собой платформу размером 5 x 13 км массой 12,3 тыс. тонн с фотопреобразователями из кристаллического кремния с КПД 13,7%, передающую энергию 5 ГВт с геостационарной орбиты на Землю СВЧ-лучом.

Анализ возможности практической реализации проекта выявил необходимость решения следующих наиболее сложных технических проблем:

- создание специальных средств экономичного вывода грузов огромной суммарной массы (десятки тысяч тонн) на орбиту;

- монтаж многокилометровых конструкций в космосе с невозможностью наземной отработки технологии сборки в условиях невесомости;

- обеспечение передачи большой электрической мощности от фотопреобразователей к СВЧ-преобразователю по тоководам (конструкция, большая масса кабелей);

- низкий КПД фотопреобразователей;

- охлаждение мощных электронных СВЧ-преобразователей в безвоздушном пространстве;

- обеспечение слежения фотоприемников за направлением на Солнце (конструкции с использованием топлива или тяжелого гироскопа);

- обеспечение точной фокусировки СВЧ-излучателя на наземную ректенну.

Очевидно, что техника не была готова к решению указанных проблем, к тому же в то время еще не сформировалась острая социальная потребность общества в их решении. Тем не менее, проект Глейзера инициировал исследования и разработки во многих ведущих странах, направленные на повышение эффективности и снижение стоимости КСЭС [4-6]. Совершенствование схемы КСЭС шло по пути увеличения концентрации излучения и значительного уменьшения каркасной рамы солнечной батареи, а также изменения компоновки с целью исключения из конструкции громоздких тоководов. Обзор проектов КСЭС до 2007 г., а также состояние разработки ключевых элементов приведены в работе [7].

10 октября 2007 г. Пентагон вышел с новой концепцией КСЭС (рис. 2), представляющей собой 5-километровую конструкцию, в которой 2 группы параболических



Рис. 1. КСЭС Глейзера (1968 г.)

МЕЛЬНИКОВ Виталий Михайлович - доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ЦНИИМАШ.
Адрес: 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Пионерская, 4
e-mail: melnikov45@list.ru

СЫСОЕВ Валентин Константинович - доктор технических наук, заместитель начальника Центра проектирования космических комплексов ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина.

Адрес: 141400, Московская обл., г. Химки, ул. Ленинградская, 24

ВЕРЛАН Александр Анатольевич - ведущий инженер-конструктор ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина.

Адрес: 141400, Московская обл., г. Химки, ул. Ленинградская, 24

МАТЮХИН Владимир Федорович - кандидат технических наук, главный конструктор специального КБ при Московском институте радиоэлектроники и автоматики (МИРЭА).
Адрес: 119454, г. Москва, пр. Вернадского, 78

ХАРЛОВ Борис Николаевич - кандидат технических наук, главный менеджер ЗЭМ РКК «Энергия».

Адрес: 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Ленина, 4а

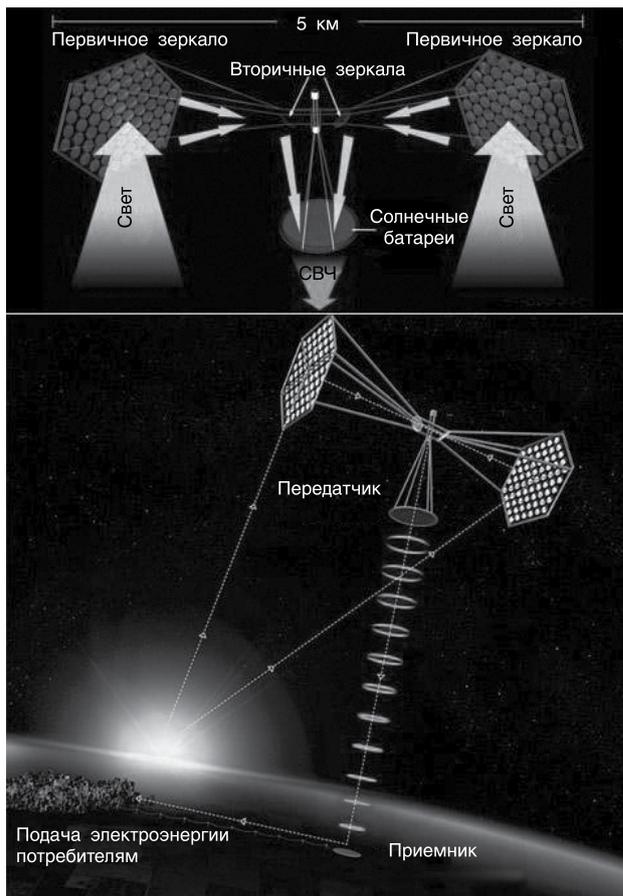


Рис. 2. КСЭС по программе Пентагона (2007 г.)

ских зеркал через поворотные зеркала концентрируют солнечное излучение на высокотемпературные фотопреобразователи из арсенида галлия с КПД 35%, конструктивно объединенные с СВЧ-преобразователем и антенной, транслирующей СВЧ-энергию на Землю [8]. Следует отметить, что приводимая на рис. 2 конструктивная концепция (сэндвич и концентраторы) была предложена японскими специалистами в 1996 г.

Новая концепция КСЭС позволяет уменьшить площадь дорогих фотопреобразователей и исключает использование тяжелых многокилометровых кабельных тоководов. Вместе с тем эта концепция не предлагает решений проблем монтажа многокилометровых конструкций в космосе, вывода тысяч тонн грузов на геостационарную орбиту и создает новые проблемы по обеспечению управления гигантскими концентраторами солнечного излучения с точностью их наведения на фотоэлектрическую «мишень» не менее $\pm 1,5^\circ$.

Американская корпорация Solaren объявила о намерении создать КСЭС массой 10 тысяч тонн по вышеуказанной схеме на мощность 1 ГВт к 2016 г. со стоимостью электроэнергии в два раза ниже ее стоимости на тепловых станциях [9]. Сообщается о заинтересованности Китая в предложениях Solaren и якобы заключенных соглашениях о покупке электроэнергии от КСЭС компанией Pacific Gas and Electric, начиная с 2016 г., и участии в разработке таких крупнейших корпораций и научных центров, как Локхид-Мартин, Боинг, JPL, Центр Маршала, Центр Глена, а также некоторых крупных университетов, для начала создания рынка «космического электричества». Китай намерен участвовать в этом рынке.

Можно усомниться в реальности такого сценария, поскольку мы невольно судим об «успехах» космической техники по ее сегодняшнему состоянию в нашей стране. Однако следует напомнить, что американцы еще в 1969 г. ходили по Луне. Их промышленный потенциал приближается к потенциалу всех других стран, вместе взятых. Имеются корпорации с численностью сотрудников до 200 тысяч. Для сравнения, численность одной из крупнейших наших корпораций РКК «Энергия» в 80-е годы составляла 20 тысяч (вместе с заводом экспериментального машиностроения).

Министерство обороны США рассматривало вопросы создания системы КСЭС мощностью 10 МВт и стоимостью 10 млрд долларов для обеспечения зон передового базирования и областей, пострадавших от стихийных бедствий. Для ее развертывания предполагается использовать ракеты тяжелого класса типа «Дельта-4» и Falcon-9 [10].

Энергетика является основой развития цивилизации, и в нее в мире вложены наибольшие средства (около 6 триллионов долларов). Сейчас энергетика находится в кризисном состоянии. Потенциальные доходы на новом рынке «космического электричества» огромны. Американцы это прекрасно понимают. Кроме того, еще администрация президента Буша поставила задачу независимости страны от импорта нефти. Настоящее время является началом нового этапа электрификации не всей России, как было при В.И. Ленине в 20-х годах прошлого века, а всего мира.

По Интернет-сообщению ИТАР-ТАСС от 23 января 2011 г., группа японских корпораций во главе с Mitsubishi Corporation планирует построить КСЭС гигаваттного уровня к 2025 г. в рамках проекта Solarbird. Общая стоимость КСЭС оценивается в 24 миллиарда долларов. Предполагается, что стоимость вырабатываемого «космического электричества» будет в 6 раз дешевле, чем на японских наземных электростанциях. КСЭС состоит из 100 модулей мощностью по 2,5 МВт, размерами генерирующей и излучающей платформы 100 м x 95 м, подвешенной на тросах длиной 10 км к контейнеру размером 10 x 15 м. Используется гравитационная стабилизация. Общий вид единичного японского модуля представлен на рис. 3. Аварии одновременно на 3-х атомных электростанциях в 2011 г. создали общественное и правительственное отрицательное отношение к атомной энергетике в целом и привлекли большое внимание к солнечной энергетике. Вероятно, сроки создания КСЭС могут быть сдвинуты на более ранние.

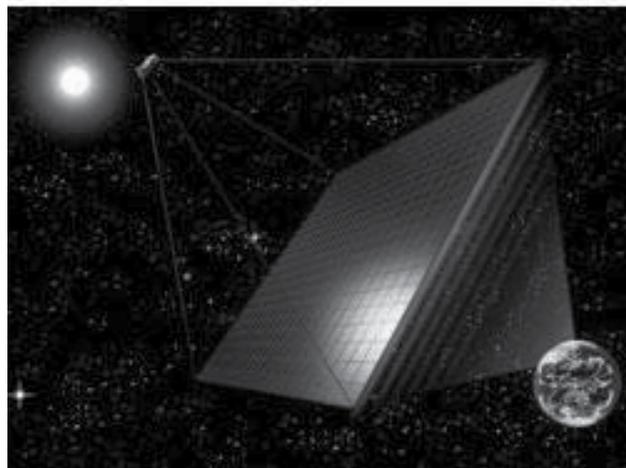


Рис. 3. Модуль японской КСЭС

Густонаселенная страна практически без природных ресурсов показывает миру выдающиеся примеры выживания. Выходя на улицы, мы ежедневно видим прекрасные японские «Тойоты», «Митсубиси», «Субару», «Хонды», напроць вытеснившие автомобили российского автопрома. На рабочих местах у всех японские компьютеры и множительная техника, давно и прочно вошедшие в жизнь каждого. Сотовые японские телефоны совершили революцию в средствах связи страны. Научно-технический прогресс нельзя остановить.

Теперь представим себе, что такими же темпами японское и американское «космическое электричество» захватит наш рынок. Вы приходите на рынок за востребованным товаром, и вам он предлагается по цене в 6 раз дешевле, чем традиционно. Ваш выбор однозначен.

Первые участники такого рынка, в перспективе значительного подорожания традиционного электричества, будут иметь максимальную прибыль, а традиционные энергоносители (нефть, газ, уголь, уран и др.) начнут обесцениваться. Нефтяные и газопроводы, активно прокладываемые за громадные деньги сейчас по суше и дну морей, больше не будут востребованы.

Страны арабского нефтедобывающего Востока при обесценивании нефти начнут интенсивно вкладывать накопленные годами средства в инфраструктуры других стран, и в большой мере в Россию, что опасно негативной зависимостью. В ряде стран, например, в Японии, жестко контролируется импорт и экспорт капитала и миграция населения. В России, если не принять соответствующих мер, сферы торговли, гостиниц, развлечений и ряд других могут найти новых хозяев. Автомобильный транспорт перейдет на электромобили.

Для России встает перспектива обесценивания ее природных энергетических ресурсов, на добыче которых сейчас во многом строится ее политика и экономика, однако она может если не возглавить, то идти в ногу с участниками процесса образования рынка «космического электричества», активно инициируемого в США и Японии.

В США, Японии, а также нашей стране с 90-х годов прошлого века в качестве основной была принята СВЧ-концепция передачи и приема энергии. Однако в последние годы в мире резко возрос интерес к КСЭС с лазерным каналом передачи энергии в связи с успешным развитием инфракрасных полупроводниковых лазеров и особенно волоконных лазеров. Основные параметры тракта передачи энергии как для СВЧ, так и лазерного канала связаны выражением [7]:

$$t = (3,14 \cdot R_r R_t) / (\gamma H),$$

где R_r и R_t соответственно радиусы приемной и передающей антенны, H - расстояние между ними, γ - длина волны, параметр $t = 2$.

Из выражения для t следует, что при уменьшении длины волны с 10 см у СВЧ-диапазона до 1 микрона (10^{-6} м) у лазерного диапазона соответственно на 5 порядков уменьшаются площади приемной и передающей антенн.

Малая расходимость ($\zeta = 10^{-6}$ радиана) лазерного луча дает с геостационарной орбиты ($H = 36000$ км) диаметр пятна на Земле $D = \zeta H = 10^{-6} \cdot 3,6 \cdot 10^7 = 36$ м и 20 км в СВЧ-диапазоне.

Инфракрасные твердотельные лазеры дают ряд существенных преимуществ перед СВЧ-системами, а именно [11]:

- КПД преобразования электроэнергии в инфракрасный лазерный сигнал доходит до 80%;

- значительно меньшая расходимость лазерного луча (10^{-6} радиана) по сравнению с СВЧ-сигналом дает на 5 порядков меньшую площадь передающих и приемных систем, при этом использование излучения волоконных лазеров дает высокое качество пучка;

- реальные достижения в миниатюризации элементной базы (по световоду диаметром 250 микрон передается световая мощность 50 кВт);

- сроки службы волоконных лазеров достигают 50.000-100.000 часов;

- низковольтное питание системы накачки лазеров;

- использование наземных фотоприемных систем в двойном использовании источников (лазерное и солнечное излучение);

- из-за малой площади приема появляется возможность энергоснабжения высокоширотных регионов России, Канады, Гренландии и других островов в северных широтах, а также Антарктиды от КСЭС, находящейся на геостационарной орбите.

Экологическая опасность лазерной КСЭС значительно меньше по сравнению с СВЧ-способом по следующим обстоятельствам:

- меньшее экологическое и биологическое воздействие, поскольку СВЧ-луч греет по объему, в то время как ИК-луч греет только по поверхности;

- локальность приема энергии, на 5 порядков меньшая площадь приема;

- при аэростатном приеме возможен выбор длины волны, интенсивно поглощающейся на компонентах нижних слоев атмосферы (например, 1,3 мкм);

- принципиальная возможность расфокусировки лазерного луча до любого требуемого уровня.

Российские производители в направлении волоконных лазеров сейчас занимают ведущие позиции в мире («ИРЭ Полюс», г. Фрязино).

Энергетический луч от КСЭС близок в высокоширотных районах к параллели к поверхности Земли. Для приема СВЧ-энергии создание стены высотой 20 километров или привязного аэростата аналогичного размера нереально. Использование ретранслятора значительно усложняет систему.

В лазерной концепции проблема высокоширотного приема энергии может быть решена путем создания требуемой по площади приемной системы на стене высотного сооружения (стена дома в 30 этажей) или созданием привязного аэростата с боковым приемом энергии.

Имеются реальные возможности обойти американцев и японцев, которые исторически пошли по пути использования СВЧ-преобразования, которое сегодня представляется значительно менее эффективным, чем лазерное. Также их разработки базируются на многокилометровых каркасных конструкциях, значительно менее эффективных, чем бескаркасные центробежные, опыт создания которых имеется только в России.

Преимуществами центробежных бескаркасных конструкций над каркасными аналогами являются [2]:

- отсутствие жесткого каркаса, составляющего до 50% от стоимости всей КСЭС (стоимость разработки, изготовления и отработки на Земле, вывода на орбиту и орбитальной сборки);

- возможность переориентации (слежения за Солнцем) на гироскопическом принципе без затрат рабочего тела, поскольку сама центробежная система является тяжелым гироскопом;

- возможность укладки в малый объем при транспортировке;

- имеется возможность эффективной наземной обработки и автоматизированного развертывания на орбите;
- имеется уникальный отечественный опыт наземной и орбитальной обработки (космический эксперимент «Знамя 2», **рис. 4**).

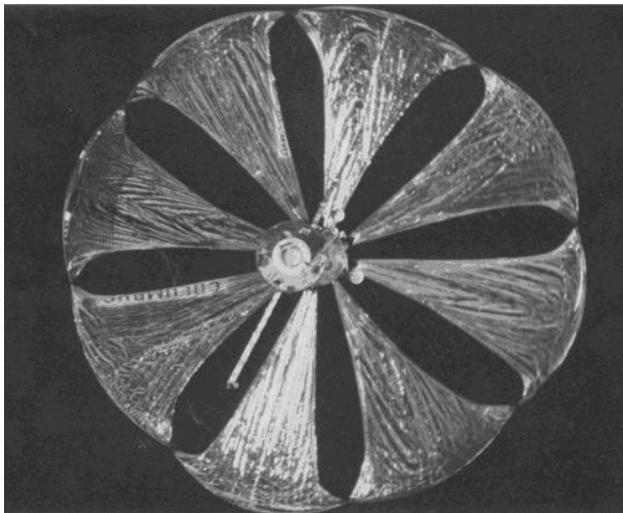


Рис. 4. Российский космический эксперимент «Знамя 2»

Еще 04.02.1993 на транспортно-грузовом корабле «Прогресс» в непосредственной близости к орбитальной станции «МИР» была развернута центробежная пленочная конструкция диаметром 20 м для исследования динамики раскрытия из уложенного состояния и переориентации в пространстве, а также для набора опыта создания аналогичных конструкций [2,12].

Возможны две концепции создания центробежных КСЭС с лазерным каналом:

- бескаркасные центробежные солнечные батареи запитываются распределенные по их поверхности твердотельные ИК лазеры, передающие далее энергию по световодам к общему центру и далее к потребителю (**рис. 5**);
- только центробежные волоконные лазеры с солнечной накачкой.

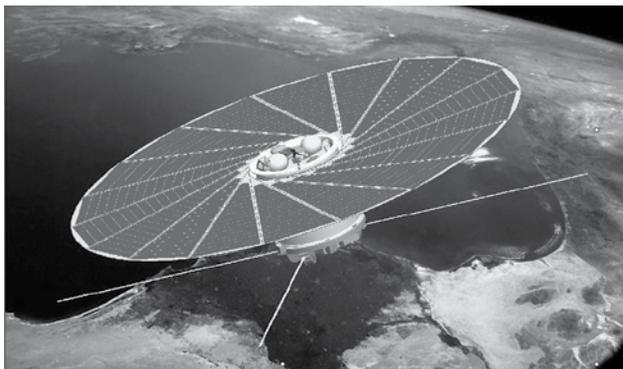


Рис. 5. Центробежная КСЭС

По первой концепции есть уже сейчас все предпосылки для создания КСЭС.

По второй концепции, которая с инженерной точки зрения более красива и привлекательна своей простотой, нет проработок волоконных лазеров с солнечной накачкой. Но и не было такой потребности. Директор Центра волоконной оптики академик Е.М. Дианов уже озадачен проблемой. Зарубежные исследователи также видят большие перспективы этого направления [13].

Интересно отметить, что агрегаты раскрытия центробежных космических бескаркасных конструкций под

всевозможные задачи в проектно-конструкторском плане уже разработаны [2].

Солнечные энергетические и энергодвигательные установки являются ключевым элементом космических средств нового поколения высокой энерговооруженности. Известен лозунг «Кто имеет энергию в космосе - тот владеет космосом».

Ниже приведены перспективные задачи космической техники, эффективно решаемые с использованием технологий, которые будут разработаны для КСЭС.

Задачи	Мощность, кВт
Высокочастотный радиолокационный контроль объектов на земной поверхности, в воздушном и космическом пространстве	
Глобальные системы связи высокой производительности	50-500
Создание долговременной лунной базы	
Промышленное производство в космосе	
Межорбитальные буксиры	
Освоение лунных сырьевых ресурсов	
Очистка околоземного пространства от космического мусора	500-5000
Межорбитальная транспортировка целевых грузов в межпланетной зоне	
Пилотируемые полеты на Марс	5000-25000
Защита Земли от астероидной опасности	

Применение солнечных энергоустановок может обеспечить:

- КСЭС до 10 ГВт (две Братские ГЭС) для трансляции энергии на Землю;
- высокий уровень электроснабжения перспективных космических средств (сотни киловатт - гигаватты);
- высокую тяговую эффективность двигательного режима (применение электроракетных двигателей большой мощности);
- возможность создания высокоэффективных межорбитальных транспортных средств для реализации масштабных космических проектов (пилотируемые полеты на Марс, изучение и освоение Луны и др.);
- возможность создания КА специального назначения (с высокой энерговооруженностью) для решения задач в интересах обороны и безопасности;
- эффективное энергообеспечение долговременных лунных (марсианских) баз-станций (электроснабжение жилых модулей, научных и производственных комплексов с КСЭС, расположенных на орбитах вокруг этих космических тел).

Создание КСЭС решает одновременно две проблемы:

- проблему глобального энергетического кризиса, поскольку Солнце является практически бесконечным по мощности и времени существования природным источником энергии;
- проблему экологических и климатических последствий воздействия современной энергетики на окружающую среду.

По сравнению с ядерными космическими энергетическими установками при высоком уровне мощности (МВт-ГВт и более) солнечные энергоустановки имеют существенные преимущества по:

- простоте конструкции (не имеют высокотемпературных контуров, делящегося урана, экологически чисты, не несут катастрофических последствий при аварии, допускают ремонт в процессе эксплуатации, не требуют за-

хоронения, не имеют экологически вредной наземной инфраструктуры);

- стоимостным характеристикам при крупномасштабном производстве;
- в 3-5 раз лучше по удельным (Вт/кг) характеристикам;
- в ходе развития нанотехнологий имеют большие перспективы к совершенствованию.

Для России открывается возможность путем создания КСЭС с лазерным каналом передачи энергии

от бескаркасных центробежных солнечных батарей или центробежных волоконных лазеров с солнечной накачкой (что перспективнее) занять лидирующее место в мировом процессе разработки промышленных КСЭС.

Назрела незамедлительная необходимость организации аэрокосмического кластера, объединяющего предприятия электронной и космической промышленности с учебными и научно-исследовательскими институтами, для решения проблем создания лазерной КСЭС.

Литература:

1. Райкунов Г.Г., Сенкевич В.П., Мельников В.М., Комков В.А., Добрачев Ю.П. Влияние на погоду космическими средствами // Конверсия в машиностроении. - 2003. - № 2. - С. 9-13.
2. Райкунов Г.Г., Комков В.А., Мельников В.М., Харлов Б.Н. Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 447 с.
3. Glaser P.F. Power from the Sun: its future // Science. - 1968. - vol.168. - ov. - P. 857-861.
4. Грилихес В.А., Орлов П.П., Попов Л.Б. Солнечная энергия и космические полеты. - М.: Наука, 1984. - 216 с.
5. Бурдаков В.П. Электроэнергия из космоса. - М.: Машиностроение, 1991. - 152 с.
6. Ванке В.А. СВЧ-электроника - перспективы в космической энергетике // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. - 2007. - № 6. - С. 12-15.
7. Ванке В.А., Лопухин В.М., Савин В.Л. Проблемы солнечных космических электростанций // Успехи физических наук. - 1977. - Т. 123. - Вып. 4. - С. 633-655.

8. Space-Based Solar Power As an Opportunity for Strategic Security. Phase 0 Architecture Feasibility Study // Report to the Director. National Security Space Office. - 10 October 2007.

9. Радов З. Свет с небес // Время новостей. - 2009. - № 70. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vremya.ru/2009/70/96/227852.html>.

10. Aviation Week and Space Technology. - 2011. - 21/XI. - vol. 173. - № 41. - P. 20.

11. Райкунов Г.Г., Мельников В.М., Пичхадзе К.М., Сысоев В.К., Верлан А.А., Харлов Б.Н. Преимущества космических солнечных электростанций с лазерным каналом передачи энергии // Известия РАН. Энергетика. - 2012. - № 5. - С. 38-47.

12. Космический эксперимент по развертыванию пленочного бескаркасного отражателя D=20 м («Знамя 2») / Ю.П. Семенов, В.Н. Бранец, Ю.И. Григорьев, В.А. Кошелев, В.М. Мельников, В.С. Сыромятников // Космические исследования. - 1994. - Т. 32. - № 4-5. - С.186-193.

13. D. Graham - Rowe. «Solar - powered laser» // Nat. Photonics. - 2010. № 4(2). - P. 64-65.

НАША ИНФОРМАЦИЯ

4 февраля 2013 г. Комитет по информационной политике, информационным технологиям и связи ГД совместно с Комитетом Совета Федерации по бюджету и финансовым рынкам провел расширенное заседание на тему: «Интернет-индустриализация («облачное» промышленное производство»).

В заседании приняли участие депутаты Государственной Думы, члены Совета Федерации, представители Министерства связи, экспертного сообщества.

Открыл заседание **Алексей Митрофанов**, председатель Комитета по информационной политике, информационным технологиям и связи. По его словам, «широкое распространение таких информационных площадок, как социальные сети, стимулирует создание системы «индустриальных облаков» в сфере микроэлектроники, машиностроения, биотехнологии, образования и финансов». Он также отметил, что система «индустриальных облаков» - это «новшество, разговор о котором на государственном уровне еще не ведется».

Основная задача «индустриальных облаков» - обеспечение безбарьерного доступа к новейшим мировым технологиям и разработкам отдельных ученых или групп вне зависимости от их нахождения. Внедрение такой системы, по мнению экспертов, позволит оперативно привлечь интеллектуальные ресурсы со всего мира и заметно ускорить высокотехнологичное производство.

Цель проекта - снизить капитальные затраты российских разработчиков. Единая коммуникационная система должна связать разработчиков, производственные мощности, научные комплексы в различных отраслях - от производства кофеваков до самолетостроения. Упрощенно схема работы «промышленного фейсбука» выглядит так: заказчику нужно создать новый продукт (новая модель микропроцессора, автомобиля и т.д.), он выходит в соцсеть, находит разработчиков и создает свое «облако». «Не нужны помещения, дорогая компьютерная инфраструктура, переезд специалистов, социальные гарантии, личное общение, конторы-посредники», - говорится в материалах Госдумы.

Проект платформы, прозванной создателями «промышленным фейсбуком», представил **Евгений Бабаян**, глава Центра электронных технологий (ЦЭТ). Подчеркивается, что с помощью этой платформы отечественным производителям удастся сократить затраты на IT-инфраструктуру. Инфраструктурную поддержку проекту окажет Ростелеком.

Конструктивный характер обсуждения проблематики облачного проектирования был задан вступительным словом заместителя председателя думского Комитета по бюджету **Владимира Петрова**, который посетовал на имеющиеся факты миграции российских инновационных IT-ишных коллективов в Белоруссию и на Украину вследствие обозначившихся в этих странах дополнительных льгот для подобных коллективов. Он призвал решительнее и оперативнее преодолевать отставание РФ в этом вопросе. Далее он предложил направить на создание платформы около 20-30 млрд руб. из средств бюджета на 2014 год. Также он выдвинул идею создать корпорацию «Гособлако» по аналогии с «Роснано». Впервые о проекте было заявлено в июне 2012 года. Среди организаторов значились «Сколково», «Роснано», Российская венчурная компания, IBM - участники ЦЭТ. Предполагалось, что усилия центра будут направлены на развитие российской микроэлектроники. Речь шла об организации облачного доступа к системам автоматизированного проектирования (САПР) микропроцессоров топологией 45-22 нм. Однако участники заседания в Госдуме проигнорировали изначальную отраслевую специфику проекта.

Председатель правления РВК **Игорь Агамирзян**, выступивший с непродолжительным, но очень информативным профессиональным докладом о состоянии дел в мировой микроэлектронике, считает, что реализация проекта позволит российским проектировщикам и производителям найти свое достойное место в мировой экономике.

Алексей Дианов, представитель компании «Ангстрем», российского производителя микроэлектроники, отмечает, что помимо собственно САПР нужен еще доступ и к различным IP-блокам и библиотекам, используемым при проектировании микросхем. А многие из них являются интеллектуальной собственностью других компаний, например, ARM, MIPS или Synopsys. Вопрос в том, предоставит ли «промышленный фейсбук» российским пользователям все необходимые средства для разработки и на каких условиях.

По итогам заседания его участники выработали ряд предложений Правительству Российской Федерации по организации содействия по внедрению инновационной системы «индустриальных облаков» в отрасли микроэлектроники, машиностроения, биотехнологии, образования и финансов.