

## РАСПРЕДЕЛЁННАЯ ЭНЕРГЕТИКА НА ОСНОВЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ

© 2019 г. А.М. Кашин

*Группа компаний "ИнЭнерджи", Москва, Россия*

*E-mail: yu.tkachuk@inenergy.ru*

Поступила в редакцию 03.12.2018 г.

Поступила после доработки 03.12.2018 г.

Принята к публикации 25.12.2018 г.

По уровню развития электрохимических технологий Россию в мировом рейтинге технологически развитых стран Азии, Северной Америки и Европы относят к категории Rest Of World (остальной мир), в то время как наша страна располагает исключительными предпосылками для выхода на лидирующие позиции в этой сфере. Группа компаний "ИнЭнерджи", специализирующаяся на электрохимических технологиях и уникальных промышленных решениях на их основе, формирует среду, связывающую науку, производство и глобальный рынок в единое пространство. Для этой цели она создала Распределённый центр исследований и разработок, где сосредоточены компетенции мирового уровня в области топливных элементов и систем электропитания различного назначения. Кроме того, в рамках формируемой сейчас Комплексной научно-технической программы "Распределённая энергетика на основе передовых технологий и цифровых систем" предлагается рассмотреть проект "Электрохимия", построенный на сетцентрических принципах и призванный обеспечить не просто импортозамещение, а импортоперереживание, то есть разработку и внедрение электрохимических технологий, замещающих не сегодняшний импорт, а тот, который мог бы нам понадобиться завтра. Скоординированная с наукой деятельность открывает новые технологические возможности, эффективное использование которых способно выдвинуть Россию на лидирующие позиции мирового рынка химических источников тока.

*Ключевые слова:* научно-техническая программа, распределённая энергетика, электрохимия, электрохимические технологии, топливные элементы, накопители энергии, мобильные источники энергии, цифровые системы, проект "Электрохимия".

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873894326-330>

Прошедшие два десятилетия можно смело назвать эрой информационных технологий – так прочно вошли они в нашу жизнь, кардинально преобразив современный мир. Косвенно это подтверждается тем, что сейчас на мировом рынке крупнейшие по капитализации компании работают в сфере информационных технологий. На наш взгляд, следующие десятилетия могут стать для всего мира эпохой энергетической революции. Происходящие в последние годы фундаментальные сдвиги в энергетике дают всё больше оснований для такого утверждения. Отрасль стоит на пороге нового технологического уклада. Повышается эффективность использования топлива, что снижает экологическую нагрузку на окружающую среду, развивается распределённая генерация, всё больше энергии поступает из возобновляемых источников, растёт доля электрического транспорта, персональная мобильность населения

и мобильность инфраструктуры. Весомую роль в этих преобразованиях играют электрохимические технологии, которые обоснованно можно отнести к категории сквозных, так как источники энергии, разрабатываемые на их основе, находят применение практически во всех областях современной техники, а значит, необходимы для многих рынков.

Электрохимическая наука в СССР была одной из самых передовых в мире. Однако в современной России научные школы по-прежнему функционируют, продолжая демонстрировать широкие возможности электрохимии в создании принципиально новых видов технологий и новых источников электрической энергии. Наличие квалифицированных научных и инженерных кадров, ёмкий внутренний рынок, географическое многообразие, хорошая конъюнктура для экспорта продуктов и технологий – всё это создаёт благоприятные условия для возрождения в России высокотехнологичной электрохимической отрасли и обеспечения лидерства на глобальном рынке.

КАШИН Алексей Михайлович – председатель совета директоров ГК "ИнЭнерджи".



Рис. 1. КНТП "Распределённая энергетика", проект "Электрохимия"

Наша задача сегодня — обратить недооценённость электрохимии как науки (в неё до сих пор вкладывали недостаточно средств) и невостребованность кадров, работающих в этой области, в конкурентное преимущество. Предлагаемая Комплексная научно-техническая программа “Распределённая энергетика на основе передовых технологий и цифровых систем” и входящий в её структуру проект “Перспективные электрохимические технологии для распределённой энергетики” (“Электрохимия”) призваны решить эту задачу (рис. 1).

Проект “Электрохимия” состоит из четырёх направлений:

- генерация (топливные элементы);
- накопление (металл-ионные накопители энергии);
- топливо (производство и преобразование водородсодержащего топлива);
- системы управления и силовая электроника.

Наиболее развитое среди этих направлений — накопители энергии, представленные в первую очередь литий- и металл-ионными аккумуляторами, а также проточными редокс-батареями. Большой потенциал российских электрохимических технологий в этой области ещё не поздно обратить в рыночный продукт.

Для топливного направления опорным является нефтегазовый сектор экономики — добыча, транспортировка и переработка нефтегазового сырья. Россия имеет и возможности, и большой внутренний рынок для развития технологий получения водородсодержащего топлива.

Что касается систем управления и силовой электроники, то это направление ориентирова-

но на эффективное взаимодействие различных источников энергии в составе комплексных энергоустановок. Первостепенную роль здесь играют элементная база и современное программное обеспечение.

Группа компаний (ГК) “ИнЭнерджи”, специализирующаяся на электрохимических технологиях и уникальных промышленных решениях на их основе, делает ставку на фундаментальную науку и сотрудничество с институтами РАН. Сложившаяся модель кооперации мы называем *сетевидной*. Она создавалась вместе с директором Института проблем химической физики РАН академиком С. М. Алдошиным и профессором, доктором химических наук Ю.А. Добровольским в рамках Распределённого центра исследований и разработок (рис. 2). Это своего рода консорциум, состоящий из научных и производственных организаций. Ключевые звенья в нём — лаборатории, которые имеют все компетенции для трансформации фундаментальных знаний в технологии и разработки. С одной стороны, мы занимаемся маркетинговым исследованием научных идей, а с другой — изучаем характеристики рынка, измеряем его потенциальные возможности, анализируем динамику и определяем объёмы реализации проектной продукции. Таким образом, мы собираем информацию, необходимую для обоснованных решений по развитию технологий, востребованных рынком. Иными словами, формируем так называемый технологический коридор для продвижения на рынок конкурентоспособной высокотехнологичной продукции. Группы исследователей, работающие в узких областях, предла-

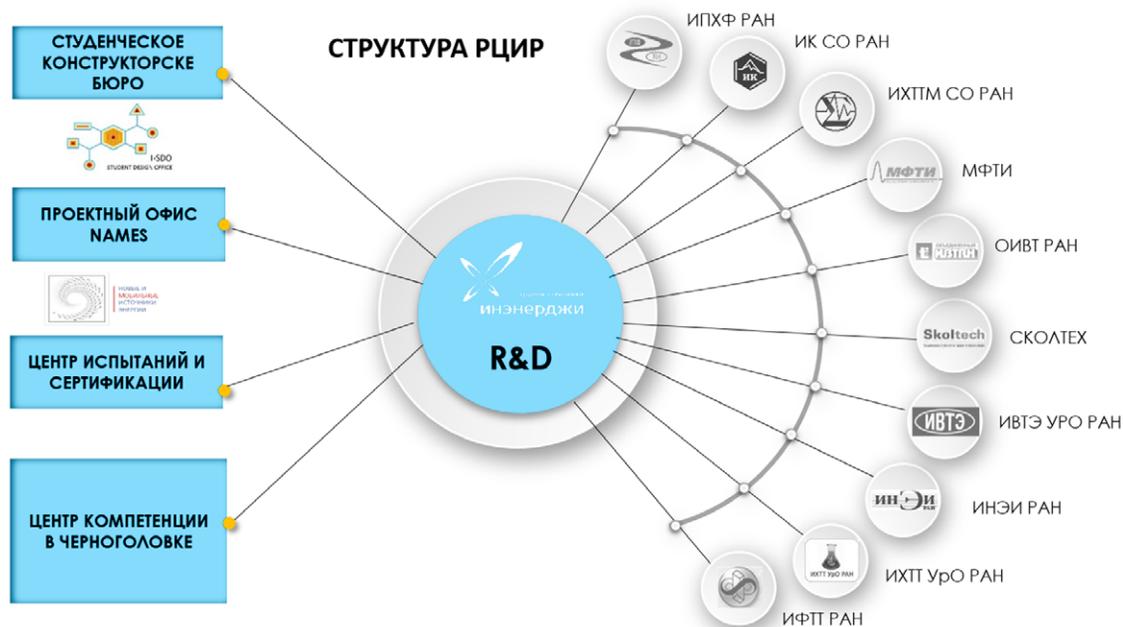


Рис. 2. Распределённый центр исследований и разработок ГК "ИнЭнерджи"

гают конкретные разработки, которые ложатся в основу конечного продукта, новой технологии, способной конкурировать на глобальном рынке.

Перечислю тематики лабораторий, созданных на базе 10 институтов:

- катализаторы и твердополимерные мембраны топливных элементов, энергоустановки с протонообменными полимерными топливными элементами (ПОМТЭ) различного назначения и мощности, проточные редокс-батареи, первичные источники тока – Институт проблем химической физики РАН (г. Черноголовка Московской области);
- топливные процессоры риформинга углеводородных топлив для энергоустановок с топливными элементами – Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (г. Новосибирск);
- микроканальные твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) – Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН (г. Новосибирск);
- энергоустановки с топливными элементами для арктического применения – Московский физико-технический институт;
- гибридные энергоустановки, сочетающие возобновляемые источники энергии с электрохимическими генераторами, локальное производство топлив, системы управления распределённой генерацией – Объединённый институт высоких температур РАН (г. Москва);
- электрохимия, проточные редокс-батареи, постлитиевые аккумуляторы – Сколковский институт науки и технологий (г. Москва);
- протонно-керамические топливные элементы и энергоустановки на их основе – Институт

высокотемпературной электрохимии УрО РАН (г. Екатеринбург);

- анализ, определение направлений развития технологий и рынков – Институт энергетических исследований РАН (г. Москва);
- первичные источники тока, высоковольтные электролиты, специальная техника – Институт химии твёрдого тела УрО РАН (г. Екатеринбург);
- планарные ТОТЭ – Институт физики твёрдого тела РАН (г. Черноголовка Московской области).

Распределённый центр исследований и разработок, на наш взгляд, уникален для российских условий, и мы рассматриваем такую структуру как конкурентное преимущество ГК "ИнЭнерджи". Реализуемая в центре модель взаимодействия институтов Российской академии наук с производственными организациями достойна масштабирования, в том числе в рамках комплексных научно-технических программ. Дополню, что "ИнЭнерджи" является индустриальным партнёром созданного в Черноголовке на базе Института проблем химической физики РАН Центра компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии, который занимается развитием сквозных технологий, и оператором Проектного офиса "Новые и мобильные источники энергии" (NAMES). Кроме того, ГК "ИнЭнерджи" создала Студенческое конструкторское бюро – научно-исследовательское объединение студентов лучших технических вузов Москвы (МФТИ, МЭИ и МАИ) – для разработки проектов на ранних стадиях развития, а также Центр испытаний и сертификации, который

оказывает комплекс услуг по лицензированию, декларированию, сертификации, испытаниям продукции и оборудования. Всё это вкупе позволяет формировать наиболее востребованные рынком исследования и разработки и создавать новые рыночные ниши.

Чтобы образовалось связующее звено между наукой и рынком, нам нужно отчётливо понимать структуру добавленной стоимости, то есть составляющие затрат на протяжении всего жизненного цикла продукта. Это ключевая компетенция ГК “ИнЭнерджи”, которая служит основой для создания устойчивых конкурентных преимуществ компании и инструментом влияния на мировой рынок электрохимических систем.

Проведённая нами аналитическая работа позволила определить вектор технологического развития компании – среднесрочный до 2025 г. и долгосрочный до 2040 г. Как и проект “Электрохимия”, входящий в структуру Комплексной научно-технической программы “Распределённая энергетика на основе передовых технологий и цифровых систем”, он направлен на воссоздание электрохимических технологий как части энергетической промышленности страны, на повышение роли малой распределённой генерации в российской электроэнергетике. Подчеркну, что мы решаем задачу государственного уровня – стремимся обеспечить не просто комплексное импортозамещение в отрасли, чем сегодня озабочена вся страна, а импортоопережение, то есть создание и внедрение общемирового конкурентоспособного продукта.

Глобальный рынок электрохимических технологий только формируется, однако можно выделить основные его тенденции. Во-первых, мы наблюдаем устойчивый рост ввода в эксплуатацию энергоустановок на топливных элементах (ТЭ) – этот показатель увеличился с 37 МВт в 2007 г. до 710 МВт в 2017 г., то есть в 18 раз. Всего в мире за указанный период введено в эксплуатацию более 2,4 ГВт таких установок. Во-вторых, стремительно растёт спрос на транспортные ТЭ – с 6 МВт в 2007 г. он поднялся до 456 МВт в 2017 г., то есть увеличился в 75 раз.

В крупномасштабном производстве энергетических установок на основе топливных элементов лидируют США, Япония, Китай и страны Западной Европы. В каждой из них существует система государственной поддержки развития рынка технологий топливных элементов. Самый большой объём финансирования – 3,38 млрд долл. – имеет государственно-частный проект ENE.FARM (Япония). Его ключевые участники – компании Tokyo GAS, Panasonic, Toshiba и Aisin Seiki – занимаются разработкой и внедрением когенерационных систем на ТЭ для частных до-

мовладений. Благодаря преференциям, которые получают пользователи при покупке энергоустановок с топливными элементами, формируется рыночная ниша, стимулирующая производство таких систем. В Японии уже эксплуатируется 230 тыс. когенерационных энергоустановок с ТОТЭ и ПОМТЭ, к 2020 г. планируется довести их численность до 1,4 млн, а к 2030 г. – до 5,3 млн, что позволит оборудовать подобными устройствами около 10% всех домохозяйств. Организован экспорт энергоустановок в страны Западной Европы, где, как и в Японии, используется инструмент государственной поддержки.

Бюджет европейского проекта ENE.FIELD по внедрению когенерационных систем на ТЭ для частных домовладений составляет 2,414 млрд долл. В США на программу SECA (Solid State Energy Conversion Alliance), цель которой – разработка и промышленный выпуск энергосистем на базе ТОТЭ, выделено 2,534 млрд долл. Интересен в этом смысле опыт Китая. Более 10 лет назад руководство страны поставило перед наукой задачу развивать фотовольтаику – направление оптоэлектроники, суть которого состоит в эффективном преобразовании света в электрическую энергию. Достижения в данной области действительно способны сделать солнечные батареи экономически выгодными и, как следствие, уменьшить человеческое влияние на окружающую среду. Многие считали, что Китаю не угнаться за Европой, где фотовольтаикой занимаются десятки коллективов и фирм. Но китайцы смогли не просто догнать, но и опередить конкурентов, заняв первое место в производстве и использовании солнечных элементов. С ветроэнергетикой ситуация аналогичная. Два года назад китайцы обратили внимание на электрохимию, в частности на развитие накопителей и топливных элементов. В государственную программу ускорения развития и коммерциализации топливных элементов (Accelerating the commercialization of fuel cell) уже инвестировано около 1,5 млрд долл.

Нам полезно использовать положительный зарубежный опыт. Для этого ГК “ИнЭнерджи” детально проанализировала организацию разработок и механизмы продвижения продукции на рынок, разобралась в структуре консорциумов, создающих передовые технологии, узнала, как распределяются в таких коллективах роли. Эта информация и опыт, полученный в ходе реализации пилотных проектов, в значительной степени легли в основу Комплексной научно-технической программы “Распределённая энергетика на основе передовых технологий и цифровых систем”.

Как правило, наукоёмкая продукция для глобальных рынков на ранних стадиях производства имеет высокую себестоимость, поэтому разра-

ботанную технологическую платформу сначала уместно опробовать на так называемых промежуточных рынках, где уже сегодня можно получить ярко выраженный экономический эффект. Например, для энергоустановок с ТОТЭ промежуточным является рынок нефтегазовой отрасли. Несколько наших энергоустановок, эксплуатируемых на магистральных трубопроводах ПАО “Газпром”, в качестве топлива используют природный газ, что позволило отказаться от строительства ЛЭП в полосе отчуждения газопровода и получить впечатляющий экономический эффект. Да, это узконаправленный рынок, хотя и довольно ёмкий (речь идёт о десятках и сотнях тысяч энергоустановок). Но, освоив его, усовершенствовав конструкцию и технологию, организовав крупносерийное производство и снизив стоимость изделий, можно, по примеру Японии и стран Западной Европы, выйти с этой плат-

формой на более ёмкий рынок когенерационных энергоустановок для домохозяйств.

Перспективные электрохимические технологии для распределённой энергетики должны войти в число приоритетных направлений инновационного развития РФ. Наличия внутренних стимулов и квалифицированных научных и инженерных кадров недостаточно для создания высокотехнологичного продукта. Здесь решающей движущей силой могут стать внешние стимулы, в частности государственная поддержка. Но пока мы отмечаем, что технологическая политика государства в этой сфере слабо скоординирована с наукой и производством. Считаем, что реализация Комплексной научно-технической программы “Распределённая энергетика на основе передовых технологий и цифровых систем” обеспечит условия для совместной деятельности государства, институтов-разработчиков и промышленных предприятий.

## DISTRIBUTED GENERATION BASED ON CUTTING-EDGE TECHNOLOGY AND DIGITAL SYSTEMS

© 2019 A.M. Kashin

*Chairman of the Board of Directors InEnergy Group, Moscow, Russia*

*E-mail: yu.tkachuk@inenergy.ru*

Received: 03.12.2018

Revised version received: 03.12.2018

Accepted: 25.12.2018

In rankings of technologically advanced Asian, North American, and European countries for their achievements in electrochemical technology, Russia usually finds itself in the ROW (Rest-of-the-World) category. However, our country is exceptionally well-positioned to take a leadership role in this field. Russia's InEnergy Group, with its core business of developing electrochemical technology and providing unique electrochemical solutions to individual businesses, has created a favorable environment for drawing science, manufacturing, and the global market together. To that end, the Group has established a Distributed Research and Development Center, which has assembled world-class experts in fuel cells and multi-purpose power-supply systems. In addition, the Group has considered the Electrochemistry project as part of a Comprehensive Research Program, called Distributed Generation based on Cutting-Edge Technologies and Digital Systems, which is presently in the drafting stage. The project is designed around the concept of network-centric design and is expected to outpace rather than merely replace imports. In other words, the project will support the development and deployment of electrochemical technologies to compensate for imports that might be needed even in the future. This industrial effort, coordinated with research in the academic community, will create new technological opportunities that might propel Russia into a leading position in the global market for chemical sources of electric power.

*Keywords:* research program, distributed generation, electrochemistry, electrochemical technologies, fuel cells, energy storage units, portable energy sources, digital systems, Electrochemistry Project.