**ПРЕДИСЛОВИЕ (акад. Фортов В.Е.)**  
**Энергетика будущего на базе прорывных технологий как основе новой энергетической цивилизации**

Энергетика играет ведущую роль в системе жизнеобеспечения и жизнедеятельности как всего человечества, так и нашего общего Дома – России. Вторая половина XX века прошла под знаком быстро растущего спроса на все виды энергии – как конечные энергоносители (в первую очередь, электроэнергию), так и на первичные природные энергетические ресурсы – нефть и газ, атомное топливо и гидроресурсы. В течение последних 30 лет прошлого столетия мир потребил энергоресурсов столько же, что и за все предшествующее время существования человечества. И эти темпы энергетического спроса практически не снизились и к началу нового 3-го тысячелетия, ибо основными потребителями энергоресурсов стали развивающиеся страны, такие как Китай, Индия, Бразилия и др. Мир был обеспокоен возможным дефицитом этих ресурсов, что приводило геополитику в состояние обостряющейся борьбы за доступ и обладание запасами углеводородного сырья, которые оказались сосредоточенными в районах Северной Африки и Ближнего Востока, б. Советского Союза, включая Урало-Сибирскую зону и республики Средней Азии. Индустриально развитые страны, включая ОЭСР, а затем и Китай, испытывая энергодефицит, стремились диктовать свои условия поставщикам, превращая их в доноров мировой экономики. В то же время, стремясь обеспечить собственную энергетическую безопасность, США и Европейский Союз активно проводили политику энергосбережения и ограничения экологических выбросов под предлогом всеобщей заботы об устойчивом развитии человечества в интересах нынешнего и будущего поколений. Однако все это приводило лишь к сокращению темпов роста, но не снижало абсолютного прироста энергопотребления в мире. Поэтому оставалась актуальной задача поиска новых источников энергии, не связанных с ограниченными запасами традиционных энергоресурсов. Не следует ожидать, что это будет какой-то единственный универсальный энергоисточник, заменяющий собой все остальные. Несмотря на бурное развитие атомной энергии, она не стала, да и не могла стать альтернативой топливной энергетики, ибо связана со спецификой потребления – высокой концентрацией мощности, узким диапазоном регулирования режимов, дополнительной угрозой безопасности. Термоядерная энергия пока не вышла за пределы чисто научных экспериментов. В последние годы в большинстве стран (кроме России) добились значительных успехов в деле освоения возобновляемых источников энергии, ветровых и солнечных. Это обусловлено якобы их экологическим преимуществом – малыми выбросами в атмосферу парниковых газов. Хотя на самом деле выбросы от самих ВИЭ действительно меньше, но для производства ***необходимых*** конструкционных материалов (лопастей ветровых турбин, солнечных панелей) требуется достаточно большой объем используемой традиционной электрической энергии, что сохраняет неизменной общую нагрузку на окружающую среду. Отличительной особенностью использования ВИЭ является малая концентрация их мощности, что обусловливает их применение в децентрализованных системах энергоснабжения, которые находят все более широкое применение для постиндустриального энергопотребления. Следует отметить, что ВИЭ даже с учетом их возможной интеграции в общую систему не могут обеспечить крупного потребителя (большой мощности), тогда как АЭС легче решают эту задачу, особенно для постоянного графика нагрузки, но становятся неэффективными для энергоснабжения удаленных энергопотребителей с малой концентрацией мощности. Угольная генерация помимо значительных объемов выбросов в атмосферу вредных веществ эффективна лишь при сооружении ГРЭС вблизи шахт и разрезов, что требует развитой системы электропередач, соединяющих эти станции с центрами энергопотребления. Газовая генерация на сегодняшний день обладает наибольшими возможностями как по запасам этого ресурса, так и по возможности его транспорта в удаленные энергетические центры по трубопроводам или в виде СПГ. В последние годы активно начинают использоваться низконапорные газовые месторождения, где сооружаются тепловые станции для местного и для системного производства электроэнергии.

И хотя на обозримую перспективу вплоть до середины XXI века набор используемых электростанций в структуре энергосистем не претерпит существенных изменений, поиск новых нетрадиционных энергоресурсов и источников энергии является актуальной не только научной, но и практической задачей. При этом важно учитывать не только объем возможного производства электроэнергии, но и более широкий спектр энергетических услуг, формируемых генерирующими установками.

***Учитывая, что новая экономика будущего – это не возврат к старой промыщленности, базирующейся преимущественно на силовых энергетических процессах, а неоиндустриализация, основанная на сочетании крупных установок и распределенной генерации, силовых и информационных процессов, физических и интеллектуальных систем, энергетика уже ближайшего будущего – это комбинированные системы, рассчитанные на широкий спектр предлагаемых энергетических услуг потребителю в нужный момент и необходимого качества. Особенно быстрыми темпами развивается малая (по единичной мощности) генерация, обеспечивающая более полное использование местных (как возобновляемых, так и иных нетрадиционных) ресурсов. При этом потребитель может становиться одновременно и производителем иэбыточной энергии, которую надо либо аккумулировать на месте, либо выдавать в сеть.*** Помимо комбинированного производства тепла и электроэнергии на ТЭЦ актуальным становится использование тригенерации (+ производство холода), а использование химических топливных элементов обеспечивает не только генерацию электрической энергии, но и получение пресной воды, дефицит которой начинает все более явственно проявляться во многих странах. Особого внимания среди новых источников энергии заслуживают генераторы промежуточных видов энергоносителей, водородных и электрохимических, твердотельных и метанольных, газогидратных и биоэнергетических. По сути дела энергетика стоит на пороге новой технологической революции, когда электроэнергия как наиболее эффективный (универсальный, удобный и управляемый) вид энергии не просто одновременно производится и потребляется, но и «складируется», запасаясь в различного рода накопителях, аккумуляторах, батареях, где энергетический потенциал формируется по виду и по времени в наиболее удобном виде для хранения и последующего эффективного использования.

Традиционная силовая электроэнергетика (двигательная, осветительная, зарядная) дополняется новыми видами используемой энергии (импульсной, лазерной, биохимической), которые существенно расширяют спектр энергетических (электромеханических, электрохимических) и энергосервисных услуг для потребителя.

На смену индустриальной энергетической цивилизации, связанной с использованием преимущественно силовых процессов, приходит новый энергоинформационный электрический мир, основанный на широком использовании интеллектуальных эргатических (человеко-машинных) систем. Это касается и сферы труда и быта, где человек становится не просто потребителем поставляемых извне (из «розетки») энергетических услуг, но и сам становится генератором нового энергетического потенциала (в т.ч. человеческого капитала), использующего как возможности природно-технических систем, так и собственного интеллекта. Энергоинформационные системы помимо утилитарного энергообеспечения создают и новое качество жизни: организацию и удобство, культуру и красоту. Человек в этом электрическом мире становится не потребителем, а творцом.

Этот переход означает качественную трансформацию электроэнергетики, основанную не просто на технических инновациях в сфере производства, распределения и потребления энергии, но и на организации новых взаимоотношений человека и окружающей социоприродной среды. Традиционное освещение обеспечивает не только удобство, но и красоту, электрический транспорт – не только экологическую безопасность, но и качественно иное ощущение комфорта, использование энергоинформационных систем на производстве не просто облегчает труд и повышает его производительность, но и закладывает новую организацию интеллектуальных человеко-машинных систем.

Разумеется, инновационная электроэнергетика базируется на основе освоения новых прорывных технологий в сфере генерации, системного распределения и активного энергопотребления. Приоритетные направления этого нового технологического уклада одновременно и формируются и находят все более широкое применение. Отчасти эти результаты уже отражены в проекте новой Энергетической стратегии (ЭС-2035 и ЭС-2050), подготовленной сотрудниками РАН, отраслевых институтов и внесенной Минэнерго РФ в Правительство РФ. Многие направления и ожидаемые результаты использованы в утвержденном Минэнерго РФ в октябре 2016 г. «Прогнозе научно-технического развития отраслей ТЭК России на период до 2035 г.».

Но многие разработки находятся пока на стадии технологического форсайта. И задача исследователей академических и отраслевых организаций – не просто интегрировать имеющиеся и формируемые предложения в виде научного прогноза НТП, но и сделать этот процесс живым, постоянно обновляющимся и приближающим новые идеи к их организационно-технологической реализации. ***В условиях частно-государственного партнерства, когда основные инвестиции для развития наукоемких технологий формируются за счет средств самого бизнеса, качественно меняется роль государственных фондов и структур. Их задача – вывести прорывные технологии из стадии научных разработок в опытные образцы и пионерные проекты с последующим стимулированием привлечения средств бизнеса для их реализации. Новая государственная энергетическая политика – это ставка на прорывные высокоэффективные технологии.***

Представляемая работа, выполненная специалистами ОИВТ РАН, ИНЭИ РАН, ИСЭМ СО РАН, Института энергетической стратегии, НИЦ ФСК, СибНИИЭ, Ассоциации ТРАВЕК и другими, является, конечно, далеко не полным изложением перспектив развития нового технологического уклада в энергетике, но, по сути дела, является на сегодняшний день наиболее полным обзором перспектив развития инновационной электроэнергетики-21, и может быть смело рекомендована всем организациям и всем читателям как пример комплексного электроэнергетического форсайта формирующегося нового электрического мира.

Академик РАН

Фортов В.Е.