



**Решение проблем электроэнергетики России должно быть системным и клиентоориентированным.**  
**Воротницкий В.Э., доктор техн. наук,**  
**АО «НТЦ ФСК ЕЭС»**  
**115201, Москва, Каширское шоссе, д.22, к.3,**  
**vve46@yandex.ru**

Проблемы современной электроэнергетики России носят системный, комплексный характер. К ним относятся: продолжающийся рост морального и физического износа основного оборудования электрических сетей и станций, их неоптимальная загрузка; снижение надёжности, качества и экономичности энергоснабжения; рост тарифов и неплатежей; систематическое недофинансирование отраслевой и фундаментальной науки, проектных организаций, высшего технического образования. Такими же системными и взаимоувязанными должны быть и подходы к решениям этих проблем. Главным вектором этих решений должно быть обеспечение: приемлемых тарифов на электрическую и тепловую энергию; нормативов надёжности и качества энергоснабжения потребителей услуг электроэнергетики на уровне лучших мировых достижений; недискриминационного допуска к сетевой инфраструктуре; непрерывного повышения квалификации персонала на всех уровнях, от электромонтёра до министра отрасли.

---

Ключевые слова: электроэнергетика, энергетическая эффективность, надёжность, качество, энергоснабжение, системный подход, структура управления.

**«... Мы полагаем, что российская экономическая модель нуждается в гигантских и фундаментальных изменениях. Мы убеждены в том, что нам нужна совершенно новая экономическая система, в которой здравый экономический смысл перевесит, наконец, «ценности» существующей системы. Мы подчёркиваем, - необходимо создать полноценную рыночную экономику, в которой не близость к власти и неформальные**

**отношения определяют положение компаний на рынке, а конкурентность товаров и услуг. Главная задача новой экономической модели – возрождение творчески активного человека, как ключевого участника развития инновационной и конкурентоспособной экономики»**

Из итоговой декларации участников XIV Московского международного энергетического форума «ТЭК России в XXI веке».

В настоящее время проводится множество конференций, форумов, круглых столов, экспертных советов, написаны сотни статей по проблемам современной российской электроэнергетики, угрозам национальной энергетической безопасности, снижению энергетической эффективности электрических сетей, росту тарифов на энергоресурсы и неплатежей за их использование и потребление, проблемам инновационного развития и импортозамещения, отраслевой, фундаментальной и ВУЗовской науки и т.д. и т.п. Предлагается не меньшее количество решений этих проблем, многие из которых не доходят до властных и законодательных структур и не получают необходимой поддержки и конкретной практической реализации. Вместе с тем, поиск и реализация таких решений сегодня весьма актуальны, в связи с тем, что электроэнергетика России, как и большинства промышленно развитых стран, несмотря на объективные трудности, устремлена в будущее, в конкурентное инновационное развитие, в разработку и внедрение новейших технологий и техники, в совершенствование рыночных способов хозяйствования и управления.

Цель настоящей статьи – рассмотреть наиболее острые проблемы современной отечественной электроэнергетики и попытаться по возможности составить перечень приоритетных, по мнению, автора предложений по решению этих проблем.

Одна из главных проблем – продолжающийся рост износа основного оборудования электрических сетей и станций. В частности, доля распределительных электрических сетей, выработавших свой нормативный срок, составляет около 50%. Семь процентов электрических сетей выработало 2 нормативных срока. Общий износ распределительных сетей достиг 70

процентов, магистральных сетей - 50 процентов, в то время, как износ электросетевых активов в промышленно развитых странах составляет 27-44 процента [1]. Стареет и станционное оборудование.

Основные пути модернизации и развития отрасли регулируются утвержденными Энергетической стратегией на перспективу до 2030 года (продолжена до 2035 года), Стратегией развития электросетевого комплекса на период до 2030 года, федеральными законами и подзаконными актами. Анализ практической реализации программ развития электроэнергетики, разработанных в соответствии с этими Стратегиями, показывает, что из-за низкой достоверности информации о перспективах развития регионов, систематического завышения заявок потребителей на присоединенную мощность, а также по ряду других причин, в программы развития закладываются избыточные генерирующие и электросетевые мощности, которые после ввода в действие остаются невостребованными. В частности, суммарный запас мощности электрических сетей объемом 65 ГВт [2] практически простаивает и не используется. В результате увеличиваются удельные составляющие затрат генерирующих и электросетевых компаний и составляющие тарифов на выработку и услуги по передаче электроэнергии, вводятся новые неэффективно используемые мощности и не выводятся из работы старые, требующие избыточных расходов на эксплуатацию и создающие реальные риски выхода их из строя. Сложившаяся ситуация усугубляется тем, что у участников электроэнергетического рынка практически отсутствует мотивация в повышении энергетической и экономической эффективности своей работы.

Международные электросетевые форумы и выставки, например, «Ругрид Электро», «Электрические сети России» свидетельствуют о том, что отечественные приборостроительные и электротехнические предприятия в достаточно непростых экономических условиях смогли освоить и выпускать достаточно широкий спектр современной аппаратуры, которая могла бы быть востребована не только предприятиями и организациями отечественной

электроэнергетики, но и способна конкурировать с известными зарубежными аналогами. В то же время, из тех же выставок видно, что из-за отсутствия координации разработок нового оборудования со стороны Минэнерго России и головных электросетевых компаний – потенциальных заказчиков, имеет место неоправданное дублирование разработок, нестыковки в программном обеспечении автоматизированных систем управления и учёта электроэнергии. Многие перспективные разработки отечественной промышленности, малого и среднего бизнеса не пользуются спросом предприятий электроэнергетики из-за сравнительно высокой стоимости, отсутствия необходимых денежных средств, отсутствия необходимых нормативных документов и ряда других причин. Одна из таких причин, очевидно, состоит в том, что с середины 90-х годов прошлого века и до настоящего времени доминирующей остаётся уверенность многих руководителей отрасли, что рынок электроэнергии и конкуренция сами всё отрегулируют и лучшее само пробьёт себе дорогу.

Опыт промышленно развитых стран с реально действующими конкурентными рынками продукции и услуг показывает, что роль государства в создании коммерческих и технологических правил этих рынков, в отраслевой стратегии развития, в стандартизации деятельности субъектов рынка не только не уменьшается, а наоборот повышается. Кое-что в этом направлении уже делается и в России. В частности, важным шагом стало создание в конце 2014 года Технического комитета по стандартизации Госстандарта ТК 016 «Электроэнергетика» с шестью подкомитетами: «Электроэнергетические системы», «Электрические сети», «Тепловые электрические станции», «Гидроэлектростанции», «Распределенная генерация», «Силовая электроника». Перед Техническим комитетом стоят важные задачи по актуализации действующих стандартов и правил, разработке новых с учётом современных требований к оборудованию электроэнергетики и новым технологиям.

Очень важными при этом должны быть: придание стандартам обязательного, а не рекомендательного статуса; привлечение к их разработке квалифицированных компетентных специалистов; выделение достаточного

финансирования. Давно назрела необходимость разработки и утверждения с учётом современных требований новых Правил устройства электроустановок, Правил технической эксплуатации электрических сетей и станций, Правил пользования тепловой и электрической энергии, Правил коммерческого учёта тепловой и электрической энергии. Эти Правила так же как и стандарты должны быть обязательными для исполнения. Хочется надеяться, что Технический комитет ТК 016 займёт достойное место в государственной системе стандартизации для нужд электроэнергетики.

Большая работа была выполнена по созданию нормативной базы по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отрасли во исполнение соответствующего закона РФ, постановлений Правительства РФ, подзаконных нормативно-правовых актов. Проведены обязательные энергетические обследования энергетических предприятий и организаций, разработаны программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Начаты работы по внедрению системы энергетического менеджмента. Важность этих работ определяется в частности, сравнительно высокими потерями электроэнергии в электрических сетях России. Так, по данным Минэнерго РФ в 2016г. они составили около 118 млрд.кВт.ч. или 11,42% от выработки электроэнергии. Это в 2-2,5 раза выше, чем в электрических сетях промышленно развитых стран. В некоторых отечественных электросетевых компаниях России потери доходят до 20-40 процентов от отпуска электроэнергии в сеть, т.е. до уровня потерь в сетях отдельных африканских стран [3]. По укрупненным экспертным оценкам, потенциал снижения потерь электроэнергии в сетях России находится в пределах 15-25 млрд.кВт.ч. в год. Наличие такого потенциала обусловлено: повышенным физическим и моральным износом электросетевого оборудования; низким уровнем компенсации реактивной мощности в электрических сетях и у потребителей; неоптимальными режимами работы электросетей, высоким уровнем бездоговорного и безучётного потребления электроэнергии; погрешностями системы учёта; недостаточным уровнем

взаимодействия (а часто противостоянием) электросетевых и энергосбытовых компаний и т.п.

Одной из причин повышенных технических потерь электроэнергии в электрических сетях является её низкое качество, не соответствующее в полной мере нормативам по целому ряду показателей. Снижение качества электроэнергии в узлах присоединения потребителей, сопровождающееся частичным или полным прекращением электроснабжения, провалами напряжения, потерями электроэнергии в сетях, отклонениями напряжения ( $\delta U$ ), несоответствием коэффициента n-ой гармонической составляющей напряжения ( $KU(n)$ ), суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения ( $KU$ ), коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности ( $K2U$ ). влечет за собой значительный экономический ущерб, пока не поддающийся Достоверной количественной оценке.

Проведенные в ПАО «ФСК ЕЭС» исследования по мониторингу качества электроэнергии на подстанциях 110-220 кВ ЕНЭС, показали [4, 5]:

- нарушения требований действующего стандарта имеют массовый и систематический характер во многих энергосистемах;
- основными источниками недопустимых отклонений  $KU$ ,  $KU(n)$  и  $K2U$  являются электрифицированная железная дорога, крупные металлургические предприятия, в первую очередь алюминиевые заводы;
- завышенные значения  $\delta U$  имеют место в энергосистемах с протяженными электрическими сетями и дефицитом реактивной мощности.

Всё чаще отмечаются проблемы снижения качества электроэнергии из-за несимметрии и несинусоидальности токов в электрических сетях 0,4 кВ.

К сожалению, в последнее время Минэнерго России фактически устранилось от роли ответственного исполнителя по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в стране. В частности, Министерство заменило методику расчётов нормативов технологических потерь в электрических сетях, основанную на законах электротехники, на статистическую методику сравнительного анализа. Расчёты по этой методике

уже показали, что ряд электросетевых компаний получает сверхлёгкие нормативы потерь, а часть – просто невыполнимые, которые приведут к большим финансовым убыткам. При такой методике электросетевые предприятия оказались исключенными из процесса обоснования нормативов и получают норматив сверху как план. Только вот какими средствами этот план выполнять, почему-то никто не говорит.

Руководство работой и полномочия в стране по повышению энергетической эффективности и энергосбережению переданы в Минэкономразвития России. Это решение выглядит, по меньшей мере, странным, в связи с тем, что в решении задач энергосбережения преобладают технические, а не экономические вопросы и заниматься этими вопросами должны профессиональные технические специалисты, а не финансисты и экономисты. В то же время, смысл принятия такого решения понятен: Минэнерго России заинтересовано не столько экономить, сколько побольше продавать энергоресурсы... Но тогда возникают вопросы: какова же позиция государства и Правительства РФ в целом в решении этой важнейшей проблемы, как её обозначили в соответствующем Законе РФ и насколько эффективным будет исполнение этого закона без Минэнерго России?

За последнее десятилетие введен в действие ряд важнейших документов по инновационному развитию и модернизации электроэнергетики. И отечественный и зарубежный опыт показывают, что традиционный экстенсивный путь развития требует неоправданно высоких затрат и времени на реализацию и не учитывает реальных процессов, происходящих в России и в мире в целом. В частности, потребители всё активнее уходят с централизованного рынка электроэнергии, устанавливая у себя местные источники электроэнергии, которые могут не только обеспечивать электроэнергией самого потребителя, но и выдавать её избытки в сеть на продажу. Тем самым, они снижают свои затраты на оплату дорогой на рынке электроэнергии и повышают надёжность своего энергоснабжения. Такие распределённые по электрической сети энергоисточники (в том числе и

возобновляемые источники электроэнергии) создают в этой сети встречные (часто не стабильные) потоки мощности и электроэнергии и требуют новых подходов к управлению режимами электрических сетей, к релейной защите и противоаварийной автоматике, к синхронной параллельной работе распределённых генераторов и энергосистем.

Одновременно с этим для обеспечения нормативов качества электроэнергии, в соответствии с ГОСТ 32144-2013 развиваются и уже выпускаются новые технические средства на основе силовой электроники: быстродействующие статические компенсирующие устройства (СТАТКОМы), управляемые шунтирующие реакторы, токоограничивающие реакторы, активные фильтро-компенсирующие и симметрирующие устройства, накопители электроэнергии различных конструкций и т.п. Широко внедряются в распределительных электрических сетях автоматизированные секционирующие устройства – реклоузеры, позволяющие существенно сократить длительность поиска и локализации аварийных режимов. Начато внедрение систем мониторинга технического состояния электрических сетей и их режимов.

Всё это создаёт предпосылки для практического начала работ по созданию электрических сетей нового поколения – интеллектуальных электрических сетей и энергосистем, насыщенных средствами диагностики и контроля, средствами интеллектуального учёта электроэнергии и управления нагрузкой, средствами и системами управления режимами работы с учётом наличия распределённых источников мощности и электроэнергии, автоматизированного управления подстанциями, определения оптимальной очередности ремонтов оборудования. Правительством РФ согласована и утверждена дорожная карта «Энерджинет» Национальной технологической инициативы. Ведутся работы по этой карте. Очевидно, что интеллектуализация не решит всех проблем электросетевого комплекса, о которых пойдёт речь ниже. Тем не менее, осваивать и внедрять новые технологии управления необходимо уже сейчас, чтобы не отстать от промышленно развитых стран и, более того, успешно



продавать конкурентоспособные российские технику и технологии на зарубежных рынках.

Следует заметить, что программы инновационного развития, создания интеллектуальной электроэнергетики уже в ближайшие годы потребуют качественных изменений в организации и функционировании отраслевых научных исследований и разработок, в подготовке инженерных кадров по новым специальностям, в повышении квалификации эксплуатационного и оперативного персонала. При этом необходимо учитывать, что на сегодняшний день доля импортного программного обеспечения в отраслевых автоматизированных системах управления по экспертным оценкам составляет более 85%, а доля основного оборудования субъектов электроэнергетики более чем на 50% иностранного производства [1]. Это существенно увеличивает затраты по сопровождению импортного программного обеспечения, эксплуатации и ремонту зарубежной техники, дискредитирует и блокирует отечественные научные исследования и разработки по многим направлениям, сдерживает технологическое развитие страны и создаёт большие риски по энергетической и национальной безопасности России. С этой точки зрения поставленная Правительством РФ задача импортозамещения для электроэнергетики приобретает особенно важное значение. Для её эффективного решения было бы необходимо в денежном выражении оценить риски убытков от использования иностранных техники и технологий и увеличить затраты на финансирование отечественной фундаментальной, отраслевой и ВУЗовской науки до не менее 5% от ВВП отрасли. Такое увеличение не только повысит безопасность и технологический престиж страны, создаст новые рабочие места, но уже сейчас обеспечит научно-технические заделы на многие годы вперёд.

Очень важно, чтобы импортозамещение не оказалось очередным лозунгом, как это часто бывает. Оно должно стать системной долговременной государственной задачей не только в оборонной сфере, но и в отраслях промышленности и в энергетике, в первую очередь, как в базовой отрасли

экономики страны. При этом ясно, что импортозамещение не следует понимать в примитивном плане как замену всего чужого на всё своё. Должна быть золотая середина. Вся история России свидетельствует о том, что она была сильной только тогда, когда сильной была её экономика, техника и наука, когда она была максимально интегрирована в мировые научно-технические достижения и в мировую культуру.

### ***Насущные проблемы электроэнергетики, требующие первоочередного решения***

Эти проблемы постоянно накапливаются, имеют комплексный и системный характер. Часть из них рассмотрена ниже:

1) дезинтеграция российской электроэнергетики, осуществлённая в результате её «реформирования», вступившая в противоречие с единым технологическим процессом производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии;

2) ликвидация центров ответственности перед потребителями за надёжное, качественное и экономичное электро- и теплоснабжение потребителей на уровнях субъектов РФ, федеральных округов и по стране в целом [6]. В качестве так называемых «гарантирующих поставщиков» выступают сегодня энергосбытовые компании, которые никакими гарантирующими не являются по сути, т.к. их главная функция – сбор денег за поставку энергоресурсов. На различных круглых столах, конференциях, форумах и в приказах много об этом говорится, но действующие структурные изменения и экономические механизмы закрепления такой ответственности до сих пор отсутствуют;

3) необоснованное сокращение (или ликвидация) специализированных ремонтных и строительных подразделений в отрасли, выделение ремонтной и строительной деятельности в отдельный бизнес на конкурентной тендерной основе со всеми вытекающими отсюда последствиями. В ряде случаев в целях выигрыша конкурса занижается стоимость ремонта и строительства с последующим соответствующим снижением их качества. В ряде случаев, по

известным причинам, стоимость работ необоснованно завышается с последующими арестами участников процесса [6];

4) сложная тарифная политика и ценообразование, формируемые не на научно-обоснованном подходе, а на методе проб и ошибок с попытками приспособить к российским условиям не всегда подходящие к этому зарубежные модели, а затем скорректировать административными методами тарифы, установленные регулирующими органами. Не способствует лучшему решению этой проблемы ликвидация ФСТ России;

5) систематическое недофинансирование и последующее сокращение научных и проектных организаций в отрасли. За прошедшие 10 лет ликвидированы имеющие в прошлом всесоюзное значение: ВНИИЭ, ВНИПИЭнергопром, ОАО «РОСЭП» (институт «Сельэнергопроект» и его отделения). Практически прекратили работу фирма «ОРГРЭС», институт ВИЭСХ. Перечисленные и ряд других организаций, которых или уже нет, или влачат жалкое существование, внесли решающий вклад в создание и развитие Единой электроэнергетической системы страны, которая была одной из самых надёжных в мире. Их ликвидация уже привела к снижению качества проектирования, среднесрочных и долгосрочных прогнозов электроэнергетики, к ликвидации научных и проектных школ и подготовки квалифицированных инженерных кадров, в которых сегодня остро нуждается российское государство. Понятно, что научно-проектный комплекс электроэнергетики должен быть адаптирован к решению современных задач, должна быть повышена его ответственность за новизну, практическую востребованность и конкурентоспособность результатов работы. Но делать это нужно не по большевистски («мы наш, мы новый мир построим»), а путём достойного проектного финансирования работ с бережным отношением к специалистам, которые к тому же являются гражданами России;

б) недофинансирование ВУЗовской науки, зарплат профессорско-преподавательского состава, новых учебных стендов и оборудования для подготовки студентов, недостатки принятой в технических ВУЗах Болонской

системы высшего образования (подготовка бакалавров и магистров), которая не подходит для подготовки квалифицированных инженеров-электриков и теплоэнергетиков, недостаточная координация со стороны государства фундаментальной, отраслевой и ВУЗовской науки по решению актуальных проблем электроэнергетики.

В настоящее время 80% от общего количества преподавателей в техническом ВУЗе – это старшие преподаватели и доценты с учёной степенью кандидата технических наук со средним окладом около 25 тыс. рублей в месяц. Около 10% преподавателей – профессора и доктора наук со средним окладом около 30 тыс. рублей. Учебно-вспомогательный персонал кафедр получает 10-12 тыс. рублей, стипендия очного аспиранта кафедры – 6-7 тыс. рублей в месяц. И это в то время, когда депутат Государственной Думы РФ получает месячную зарплату в 10 раз, а некоторые бизнесмены – в 100 раз больше чем профессор ВУЗа.

Ключевой показатель, определяющий качество образовательного процесса в высшей школе – нормируемое для ВУЗов соотношение преподавателей и студентов, характеризующее интеллектуальный уровень обучения. За двадцатилетний период реформирования высшей школы страны этот показатель ухудшился в 1,5 раза – с 1:8 до 1:12. В европейских странах этот показатель находится в пределах от 1:4 до 1:6, в США – от 1:2 до 1:4 [7, 8].

Из-за ограниченного для публикации места перечислены не все имеющиеся проблемы. Большинство из них всем известны и так или иначе будут названы и другими экспертами в настоящем юбилейном номере журнала. Ниже перечислены некоторые последствия наличия этих проблем.

### ***Последствия проблем***

1) за последние 10-15 лет лавинообразно увеличивается число системных (каскадных) аварий - блэкаутов, которых практически не было в Единой электроэнергетической системе со дня её основания [9, 10].

Ниже, в качестве примера, представлен перечень лишь широко известных аварий, опубликованных в СМИ в последние 10 лет:

**17.08.2009 г.** Авария и разрушение агрегата №2 на Саяно-Шушенской ГЭС. Погибли 75 человек. Отключилось 2500 МВт нагрузки, в том числе Саяногорский и Красноярский алюминиевые заводы, Кузнецкий ферросплавный завод, угольные шахты, а также населенные пункты и социальные объекты шести регионов Сибири. Ущерб с учётом недовыработки электроэнергии на ГЭС и стоимости полного её восстановления с заменой всех гидроагрегатов и генераторов составил около 70 млрд. рублей. Ущерб семьям погибших вообще невосполним.

**20.09.2010 г.** Сбой автоматики на подстанции 330/220/110 кВ в Ленэнерго. Без электроэнергии осталось около 2,2 млн. человек в С.Петербурге и 350 тыс. человек в области. Остановлена работа четырех электростанций, отключено 1,46 ГВт мощности с ущербом более 1 млрд. рублей.

**02.07.2016 г.** Системная авария в Башкирии. Без электроэнергии осталось более 1 млн. жителей Башкирии, Челябинской и Оренбургской областей. Были сбои в движении поездов на участках Южно-Уральской и Куйбышевской железных дорог. Последствия аварии устранены через 4 часа. Сумма ущерба не установлена.

**22.08.2016 г.** Произошла самая большая системная авария в 2016 г. По данным Минэнерго РФ, на Рефтинской ГРЭС разрушение конденсатора связи привело к отключению секции шин 220 кВ. Станция снизила вырабатываемую мощность с 2295 МВт до нуля. В результате срабатывания защиты произошли каскадные отключения в ЕЭС России. Суммарный дефицит мощности в результате аварийных отключений составил 5800 МВт, что привело к снижению частоты в ЕЭС России до 49,63 Гц. Выделились на изолированную работу Тюменская, Забайкальская, Томская, Красноярская, Хакасская, Иркутская, Бурятская и часть Кузбасской энергосистемы. Без электричества остались около 600 тыс. бытовых потребителей. Общая мощность отключенных потребителей 1,35 ГВт. Продолжительность отключения – 5 часов.

Несколько системных аварий произошло в 2017 году. В том числе:

**15.06.2017 г.** Произошло крупное отключение в Пермско-Закамском энергоузле из-за сбоя на Пермской ГРЭС. В результате работы противоаварийной автоматики в Перми и примыкающих районах было обесточено около 350 МВт мощности;

**27.06.2017 г.** Из-за отключения магистральных ЛЭП в Сибири без энергопотребления остались три алюминиевых завода Русала и часть бытовых потребителей в Красноярском крае, Кемеровской области, Забайкалье, Бурятии.

**01.08.2017 г.** Произошла самая крупная системная авария в году на Дальнем Востоке. Причина аварии – короткое замыкание на линии 220 кВ. Сработала противоаварийная автоматика, ряд энергообъектов выведены из работы, в том числе, шесть электростанций. Энергосистема юга Дальнего Востока разделилась на две части. Полностью отключена Благовещенская ТЭЦ, перестали работать все пять агрегатов Бурятской ГЭС. Станция снизила нагрузку с 1400 МВт до нуля. Кроме того, на Зейской ГЭС отключились три гидрогенератора. В результате без электричества остались около 1,5 млн. человек. Было приостановлено движение на участке « Могоча» Забайкальской железной дороги – Хабаровск Дальневосточной железной дороги. Прекращен экспорт электроэнергии из России в Китай в объёме 477 МВт. Авария ликвидирована за 4 часа 30 минут.

**01.10.2017 г.** Произошла авария на Якутской ГРЭС, которая привела к прекращению энергоснабжения г. Якутск и пригородов в девяти улусах центральной Якутии. На ГРЭС остановлены 4 газотурбинных установки. Авария продолжалась в течение 3 часов. Температура воздуха во время аварии в регионе была минус 48°С.

В 2018 году в январе в Татарстане случилось три крупных аварии. Наиболее крупная из них 15.01.2018г. Из-за резкого скачка напряжения в сети отключилась кабельная линия 110 кВ «Горки-Советская». Три района Казани, 29 детских садов, 21 школа, 100 тыс. жителей остались без света и воды. Отключились освещение, дорожные светофоры, встали трамваи, остановили

работу 14 котельных, насосные станции Водоканала, сотни человек застряли в лифтах. Авария устранена за 4 часа.

**03.02.2018 г.** Произошел блэкаут в С.Петербурге. Из-за короткого замыкания и срабатывания релейной защиты на распределительном устройстве Первомайской ТЭЦ-14 (ТГК-1), на этой ТЭЦ отключились 2 энергоблока. Отключились также три генератора Василеостровской ТЭЦ-7. Без электроснабжения остались более 100 тысяч жителей Кировского, Адмиралтейского, Василеостровского и Московского районов мегаполиса. Не работали уличное освещение, светофоры, городской транспорт, предприятие «Адмиралтейские верфи». Мощность отключенных потребителей – 300 МВт.

Приведённый перечень не является исчерпывающим. Из СМИ и интернета известны и другие случаи длительных отключений потребителей городов и посёлков в зимние периоды с одновременным отключением котельных; бесчисленных аварий отопления и т.д. и т.п. Вместе с тем, достоверная статистика по частоте, длительности и экономическим ущербам от перерывов энергоснабжения практически отсутствует. Раньше такую статистику, её анализ и публикацию вёл ОРГРЭС;

2) продолжается рост тарифов на электроэнергию, несмотря на активные усилия Правительства РФ по административному его сдерживанию. Уже в настоящее время тарифы на электроэнергию для промышленности России почти в 2 раза выше, чем в США и сравнялись с тарифами в странах Западной Европы по паритету покупательной способности.

По предварительным прогнозам Минэкономразвития, при инновационном сценарии развития РФ, в том числе электроэнергетики, средние цены для всех потребителей на розничном рынке с 2015 до 2030 года могут увеличиться в 2,3-2,6 раза, а для населения с учётом отмены перекрёстного субсидирования тарифов – в 3,2-3,3 раза [11].

Причин такой динамики множество. Это и высокая стоимость инновационного оборудования и его эксплуатации, это и рост стоимости топлива, металла и других первичных материалов. Это и недостатки принятых

моделей рынка и ценообразования. Это и рост затрат на строительство и эксплуатацию энергообъектов. В частности, стоимость 1 кВт установленной мощности электростанций России почти в 2 раза выше, чем в США, Европе и Китае. В 2 раза выросла в долларовом эквиваленте удельная стоимость сетевого строительства по сравнению с 90-ми годами прошлого века. Удельный расход топлива на ТЭС вырос за эти 20 лет на 6%. Доля электросетевой составляющей в структуре цены на электроэнергию к настоящему времени достигла 60%. Это в 3 раза выше, чем в 1990 г. и в 2 раза выше, чем в промышленно развитых странах;

3) растут неплатежи на оптовом и розничных рынках электрической энергии. В частности, задолженность потребителей перед «гарантирующими поставщиками» в 2016 году составила более 210 млрд. рублей. В свою очередь «гарантирующие поставщики» не доплатили за услуги по передаче электрической энергии большинству территориальных сетевых организаций. В результате многие из них оказались в тяжелом финансовом положении и вынуждены брать дорогие кредиты, которые не во всех банках можно получить на приемлемые сроки и которые в свою очередь увеличивают стоимость их услуг.

4) снижение престижности преподавательской работы в ВУЗах неизбежно приводит к увеличению среднего возраста преподавателей из-за недостаточного притока магистров на преподавательскую и исследовательскую работу. Средний возраст доцентов, кандидатов наук в технических ВУЗах составляет 50-60 лет, профессоров – 60-80 лет. Наиболее талантливые выпускники сразу после поступления на производство или ухода в бизнес получают в 2-3 раза большую зарплату, чем их преподаватели в ВУЗе. Некоторые из них уезжают в престижные зарубежные научные центры и фирмы с перспективой успешного продолжения научных исследований и разработок и достойного материального вознаграждения за работу. Так, согласно опросу ВЦИОМ от июля 2017 г., 26% молодых людей в возрасте 18-24 лет и 18% в возрасте 25-35 лет хотели бы уехать за границу на постоянное



место жительства. В настоящее время только в США на постоянной основе уже работают 900 тысяч российских учёных и специалистов, 150 тысяч – в Израиле, 100 тысяч – в Канаде, 30 тысяч – в Германии, 35 тысяч – в Великобритании, 25 тысяч – в Китае, и около 8 тысяч – в Японии[13]. Таким образом, они нам - бесконечные санкции, мы им - бесплатно своих специалистов с нашими немалыми затратами на их подготовку и обучение. Из-за низкой зарплаты преподаватели ВУЗов вынуждены искать дополнительные заработки вне стен основной работы в ущерб качеству обучения и собственному здоровью.

Двухсторонняя «Болонская система» (бакалавриат и магистратура) для высшего технического образования игнорирует роль инженерного образования в научно-техническом прогрессе и инновационном развитии России. Это наносит непоправимый вред качеству подготовки технических специалистов, поступающих на производство. Сегодня бакалавр – это выпускник ВУЗа, формально завершивший урезанный до четырёх лет объём профессионального высшего образования, но, как правило, не готовый самостоятельно решать практические инженерные задачи. Магистр, проучившийся после бакалавриата дополнительно 1,5 года и защитивший в ВУЗе «диссертацию» (дипломную работу) на степень магистра, при выходе из института, как правило, не является ни самостоятельным научным сотрудником, ни инженером. При этом в магистратуры поступают единицы (лучшие) из выпускников, а основными кадрами для производства становятся бакалавры, недоучившиеся до квалификации инженера [7-8].

Действующий завышенный норматив (один преподаватель на двенадцать студентов) сопровождается «поточным» методом обучения вместо индивидуального. Это не позволяет выпускать «штучных» полноценных инженеров – разработчиков и новаторов, инженеров-конструкторов, инженеров-исследователей, инженеров-лидеров. Именно в таких инженерах нуждается современная Россия, с её планами инновационного развития и импортозамещения. Вместе с тем, индивидуальное обучение, если бы оно вдруг стало возможным, предъявляет качественно новые требования к

преподавателям, к их квалификации, научному и техническому кругозору, к средствам и методам обучения, которые также, к сожалению, никак не соответствуют этим требованиям.

С другой стороны, норма 1:12 устанавливает жёсткую зависимость числа преподавателей от числа обучаемых студентов. В случае, если, например, какое-то число студентов отчисляется из-за неуспеваемости, неизбежно встаёт вопрос о сокращении количества преподавателей. Стимулирует ли это предъявление высоких требований к знаниям студентов? Скорее нет. В такой ситуации безопаснее вместо неудач и исключений поставить бездельнику удовлетворительную оценку и выпустить в жизнь посредственность, что иногда имеет место на практике.

Таким образом, насущные проблемы в современной электроэнергетике, отраслевой науке и высшем техническом образовании уже сегодня создают угрозы не только технологической и национальной безопасности страны, но в ближайшие годы могут привести к социальной напряжённости в обществе, если рост тарифов на электроэнергию будет опережать рост инфляции и рост заработной платы населения.

### **Выводы и рекомендации**

Проблемы современной отечественной электроэнергетики носят комплексный, системный характер, поэтому такими же системными должны быть подходы к их решению.

Основное внимание должно быть уделено: совершенствованию и развитию электроэнергетики и её системы управления, основанных на новых инновационных принципах, в целях недискриминационного удовлетворения спроса отечественных потребителей на электрическую и тепловую энергию, обеспечения их надёжного и качественного энергоснабжения при минимизации тарифов на энергоресурсы; преодоления негативных последствий структурных реформ электроэнергетики. Для этого представляется целесообразным:

1. Создать единую электроснабжающую организацию (Федеральный центр) по управлению режимами, функционированием и развитием

электрических сетей России путем объединения ПАО «Россети» и системного оператора ЕЭС России с внесением соответствующих поправок в Федеральный закон РФ «Об электроэнергетике». Наделить этот центр правами принимать решения в рамках своих уставных полномочий, обязательные к исполнению всеми юридическими лицами, работающими в сфере электроэнергетики независимо от их организационного статуса и форм собственности;

2. Восстановить вертикально интегрированную систему электроэнергетики в границах субъектов РФ и деятельность АО-энерго, подчинённых ПАО «Россети», возложив на них ответственность за гарантированную поставку энергоресурсов, за обеспечение нормативов надёжности, качества и экономичности электроснабжения и теплоснабжения потребителей на территориях субъектов РФ. Вернуть в состав АО-энерго предприятия по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, ремонту зданий и сооружений, наладочные организации;

3. Осуществлять подбор руководителей отрасли, АО-энерго и энергопредприятий на основе их личного профессионального опыта и с учётом результатов их деятельности по обеспечению безаварийной и экономически эффективной работы руководимых ими энергокомпаний;

4. Сформировать в Минэнерго России централизованный фонд финансирования (с объемом не менее 3 – 5 % от ВВП отрасли) научных исследований по стратегии, перспективному планированию развития и оптимальному функционированию электроэнергетики. Утвердить порядок этого финансирования и контроля его эффективности;

5. Во исполнение утверждённой Указом Президента РФ от 01.12.2016 №642 Стратегии научно-технического развития РФ необходимо:

- Минэнерго, Минпромторгу, Министерству образования и науки России и Федеральному центру обеспечить взаимодействие и координацию работ по: организации в установленном порядке конкурсов по финансированию НИОКР, пилотных проектов по новой технике и технологиям в электроэнергетике, отраслях промышленности, отраслевой, ВУЗовской и

фундаментальной науке; по разработке документов стратегического планирования в области научно-технологического развития электроэнергетики, науки и отраслей промышленности;

- в составе Минэнерго России, во взаимодействии с НТС ЕЭС, Российской академией наук, экспертным сообществом энергетиков России создать Совет по приоритетным направлениям научно-технологического развития электроэнергетики с полномочиями профессионального решения вопросов по бюджетному финансированию приоритетных НИОКР и проектов, подчиняющийся в своей деятельности Совету при Президенте РФ по науке и образованию;

- основными принципами конкурсных отборов приоритетных НИОКР и пилотных проектов для финансирования считать:

- переход от модели «распределителя бюджетных/внебюджетных средств» к модели «квалифицированного заказчика»;

- обязательность независимости и оплачиваемой квалифицированной экспертизы как заявок на выполнение работ, так и их результатов;

- отказ от формальных конкурсных процедур (по стоимости выполнения, по заранее оговоренным ТЗ и т.п.), приоритет компетентности и опыта предполагаемых исполнителей, коллектива исследователей и их руководителей;

- приоритет при конкурсном отборе исполнителей НИОКР и пилотных проектов членам консорциума ведущих отраслевых научно-исследовательских и проектных центров и институтов.

6. Возобновить разработку, утверждение, практическую реализацию и актуализацию пятилетних Схем развития магистральных (по энергообъединениям) и распределительных электрических сетей (по субъектам и районам электросетей). Актуализировать и утвердить современные требования к разработке таких схем. Основными из них должны быть требования: взаимной увязки схем развития электрических и тепловых сетей; достоверный учет развития экономики и промышленности субъектов и

регионов РФ, программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

7. Снять законодательный запрет с электросетевых компаний иметь на своем балансе электростанции распределённой генерации и ВИЭ, а также функции купли-продажи электроэнергии в случаях, когда энергосбытовые компании не справляются с этими функциями. Внести соответствующие правки в ФЗ «Об электроэнергетике».

8. Разработать и утвердить скорректированные Концепцию, Положения, Правила и необходимую нормативно-правовую базу единого розничного рынка электрической и тепловой энергии (мощности) с участием всех типов когенеративных энергоустановок и электростанций. Первоочередными при этом должны быть разработка и утверждение:

- Федерального Закона «Об электроснабжении»;
- Правил интеллектуального коммерческого учета на розничном рынке электрической и тепловой энергии (мощности);
- Порядка предоставления возможности ТЭЦ (не зависимо от их установленной мощности) поставлять электроэнергию и мощность как на оптовый, так и на розничный рынок;
- Положения об активном потребителе электроэнергии на розничном рынке электрической и тепловой энергии (мощности);
- Шкалы скидок и надбавок к тарифам на электроэнергию за выполнение нормативов компенсации реактивной мощности и качества электроэнергии.

9. Внедрить систему нормирования затрат во всех видах энергетического бизнеса: на проектные, строительные, ремонтные работы и услуги по присоединению потребителей к электрическим и тепловым сетям; на оплату труда от рядовых сотрудников до топ-менеджеров энергокомпаний; на премирование персонала за результаты труда;

10. Перейти к общепринятой в мире модели рынка электроэнергии «единственный покупатель», обеспечивающей уровень тарифов на

энергоресурсы, соответствующий покупательной способности конечных потребителей;

11. Установить налоговые льготы, уменьшить кредитные ставки для предприятий и организаций, выпускающих и внедряющих новую и энергосберегающую технику и технологии;

12. С целью повышения престижа инженерного труда в электроэнергетике, качества подготовки инженеров-энергетиков, соответствующих современным требованиям инновационного развития отрасли:

- обеспечить быстрейшую перестройку двухступенчатой «Болонской модели» высшего технического образования для нужд электроэнергетики с переходом от бакалавриата в магистратуру не только для научной и преподавательской работы, но и к инженерному образованию в зависимости от индивидуальных способностей и устремлений выпускников ВУЗов и потребностей производства, считая при этом, что инженер – это квалификация, а не должность;

- повысить зарплату преподавателям ВУЗов и требования к эффективности и результативности их работы, создать систему непрерывного повышения квалификации преподавателей в специально созданных для этого центрах обучения новой техники и технологий в электроэнергетике, а также систему стажировок преподавателей на передовых отечественных и зарубежных электроэнергетических предприятиях и ВУЗах;

- привлекать для проведения занятий со студентами ведущих специалистов из отраслевых научных, проектных и эксплуатационных организаций;

- обеспечить актуализацию и обновление учебных планов и программ, учебных и методических пособий, модернизацию издательской деятельности ВУЗов в соответствии с современными потребностями отечественной электроэнергетики, планами и программами её инновационного развития;

- переоснастить профильные кафедры ведущих технических ВУЗов страны современными учебно-лабораторными стендами, наглядными пособиями;
- восстановить прохождение студентами старших курсов преддипломной практики на ведущих электроэнергетических предприятиях.

### **Заключение**

Чем дольше будут задерживаться конкретные системные решения повседневных и стратегических вопросов, тем глубже будут «болезни» отечественной электроэнергетики, тем тяжелее их будет лечить, тем дороже будет это лечение. Рецептов для лечения, как было отмечено выше, большое множество. О том, каким целям должна соответствовать отечественная электроэнергетика, в первую очередь её электросетевой комплекс, очень правильно сказано в «Стратегии развития электросетевого комплекса РФ на период до 2030 года». Они должны обеспечивать «... надёжное, качественное и доступное энергоснабжение потребителей Российской Федерации путём организации максимально эффективной и соответствующей мировым стандартам сетевой инфраструктуры по тарифам на передачу электрической энергии, обеспечивающей приемлемый уровень затрат на электрическую энергию для российской экономики и инвестиционную привлекательность отрасли через адекватный возврат на капитал.». Если сравнить эту цель с динамикой рассмотренных проблем, становится понятным, что при тех темпах и в тех условиях, в которых мы движемся, эта цель до 2030 года вряд ли достижима.

Есть мнения о том, что нужно всё вернуть назад, пока всё не развалилось и сохранить хотя бы то, что есть. Вряд ли это правильно. Нужно идти вперёд. Но не вслепую, повторяя старые ошибки и делая новые. Нужен не дилетантский, не пассивный, а профессиональный подход к делу. Каждый специалист – электроэнергетик на своём рабочем месте должен у себя спросить: «А что я лично сделал для того, чтобы наша отечественная электроэнергетика была, как

и раньше лучшей в мире? Что я могу для этого сделать? Что я буду делать сегодня, завтра и послезавтра для этого? Кто я? Поступающий по совести и чести человек и профессионал, знающий и умеющий что и как надо делать, способный сказать об этом правду, или исполнитель - приспособленец, для которого в первую очередь важны личное благополучие, продвижение по службе и рост зарплаты? Мы все вместе или каждый сам за себя? Руководствуемся ли все мы в своей жизни общими для всех известными десятью заповедями или нами руководят только деньги? От честных ответов на эти вопросы решающим образом зависит, сделаем ли мы отечественную электроэнергетику снова лучшей в мире не на бумаге, а на деле, не только для себя, но и для наших детей, внуков и правнуков, или её развалит накапливающиеся проблемы?»

Представляется важным ясное понимание необходимых и скорейших изменений в системе управления российской электроэнергетикой и решающей роли в этом управлении государства и активного участия в этом управлении высококвалифицированного персонала на всех уровнях, начиная от министра и заканчивая оператором турбины на станции и электромонтёром в сетях.

Современная модель электроэнергетики должна быть ориентирована на удовлетворение интересов не только бизнеса, но, в первую очередь, на потребителя услуг электроэнергетики, за которые он в конечном итоге платит свои заработанные деньги. Не будет потребителя – не будет и бизнеса, станет ненужной и электроэнергетика.

### **Литература**

1. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе». Утв. Советом директоров ПАО «Россети» (протокол от 22.02.2017 №252).
2. На потребителей надавят со всей мощностью.  
[https://www.kommersant.ru/doc/3540607?from=doc\\_mail](https://www.kommersant.ru/doc/3540607?from=doc_mail)



3. Воротницкий В.Э. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях. -М.: «Интехэнерго-Издат», «Теплоэнергетик», 2016-336с.
4. Коверникова Л.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. Качество электроэнергии в ЕЭС России. Текущие проблемы и необходимые решения. //Электроэнергия. Передача и распределение, 2016, №2(35). С.40-51.
5. Воротницкий В.Э., Дементьев Ю.А., Лазарев Г.Б., Шакарян Ю.Г. Организация комплексного процесса управления качеством электроэнергии – приоритетная задача энергетической стратегии развития России. //Электроэнергия. Передача и распределение, 2017, №4(43). С.40-52.
6. Кудрявый В.В. Системное разрушение системы. Надёжность электроснабжения в текущих реалиях. //Энергорынок. Профессиональный журнал, 2012, №7(132). С.14-23.
7. Бартоломей П.И. Высшее энергетическое образование в России должно обеспечивать научно-технический прогресс //Электрические станции, 2016, №3. С.51-56.
8. Бартоломей П.И. Электроэнергетике России – новое инженерное образование//Электроэнергия. Передача и распределение. 2015., №1(28). С.6-11.
9. В плену блэкаутов. //Энерго. Информационно-аналитический журнал, 2017, №7-8. С 12-15.
10. Россия во тьме: почему происходят блэкауты. //gazeta.ru>business/2017/0/02/10815253=html.
11. Кудрявый В.В. Откуда берутся высокие тарифы. //Электроэнергия. Передача и распределение, 2013, №5(20). С.16-17.
12. Запариванная И. Энергетику тормозят неплатежи. //Энергорынок. Профессиональный журнал. 2016, №6(141). С.14-17.
13. Братиков С. Тревога. Страну ожидает кадровый голод. //Завтра, 2017, №15(1219).

14. Семенов В.Г. Отраслевая энергетическая наука. Электронный журнал «Энергосовет». 2017, №4. С.3-6.