

Подходы к развитию распределенной энергетики в России

Международный форум «Возобновляемая энергетика»
Круглый стол Технологической платформы «Малая
распределенная энергетика»

ОИВТ РАН
Лаборатория прогнозно-аналитических исследований
к.т.н. Некрасов С.А.

Проблемы электроснабжения потребителей

- Электрификация - широкое внедрение в производство и быт электрической энергии, что повышает производительность труда и эффективность производства
- «Едва ли не большее значение, чем просто количественный рост энерговооруженности труда, имеет последовательно проводимый принцип опережающего роста качества используемой энергии» (1977 г)
- Потокораспределение по сетям плановое, существовавшее ранее и нынешнее рыночное, организуемое сейчас, не эквивалентны
- Время жизни энергетической инфраструктуры в ряде случаев больше времени жизни населенных пунктов
- Около 40% линий выработали нормативный ресурс и более 80% нуждаются в техническом перевооружении, длительность отключений потребителей составляет порядка 70 ч в год на один фидер, что на два порядка выше, чем в технически развитых западных странах. На долю распределительных сетей приходится 70-75% общего числа повреждений в энергосистемах.

Мировая инженерная практика говорит о том, что воздушные ЛЭП напряжением 10 кВ протяжённостью 10 км без резервного (автономного) электроснабжения не позволяют организовать нормальное товарное производство

Электрификация как возможность повышения производительности труда произошла на 5% территории



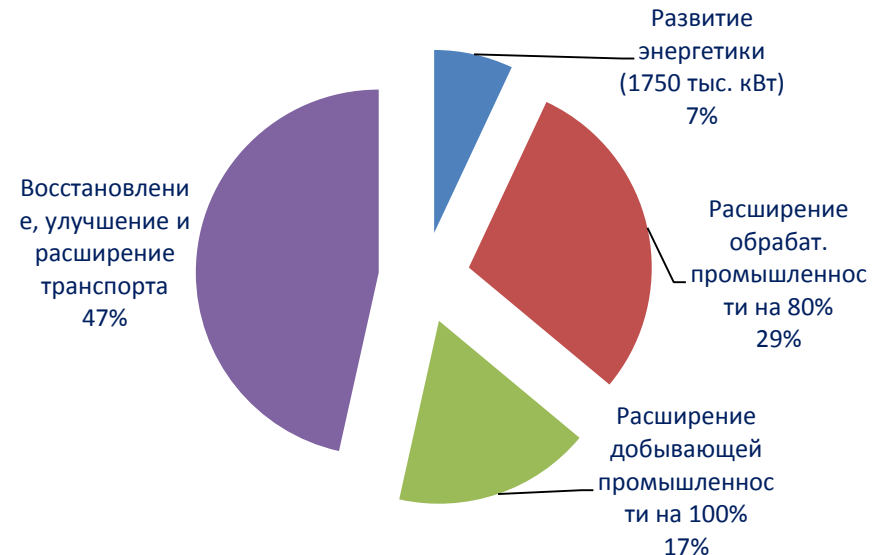
Пространственное распределение электропотребления в Алтайском крае 2009 г. (точками обозначены поселения)

Энергетика и электрификация

- Г.М. Кржижановский дал строгое определение энергетике, как структуры (системы), включающей энергопроизводство и энергопотребление
- Эффективный конечный результат энергоснабжения может быть получен только при согласованном взаимодействии всех частей единой структуры – энергетике.

Снижение внимания к проблемам потребителя и закономерностям использования электрической энергии вызвало независимое рассмотрение проблем субъектов электроэнергетики и потребителей, привело к утрате системных свойств и связей производства и конечного потребления энергии.

Первоочередным являлось развитие промышленности, а ЖКХ развивалось по остаточному принципу, вопросам потребления и эффективности использования энергии в жилом секторе, не уделялось должного внимания. В совокупности с открытием дешевых энергоносителей это привело к созданию наиболее энергозатратной отрасли экономики СССР - ЖКХ.



Структура сметы плана ГОЭЛРО

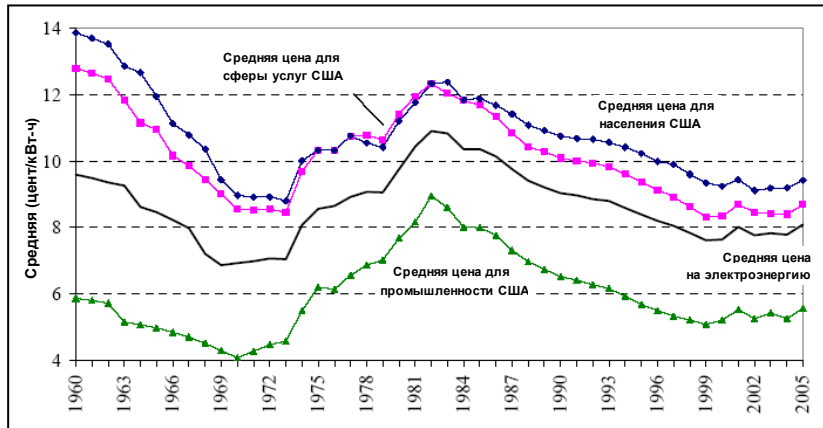
- 1/3 кап затрат – развитие энергетики Л.А. Мелентьев
- Рост этой доли – экология, кооптация, ВИЭ

На основе «традиционной» энергетики обеспечить повышение качества и надежности энергоснабжения можно только при дополнительном кратном росте стоимости энергоснабжения

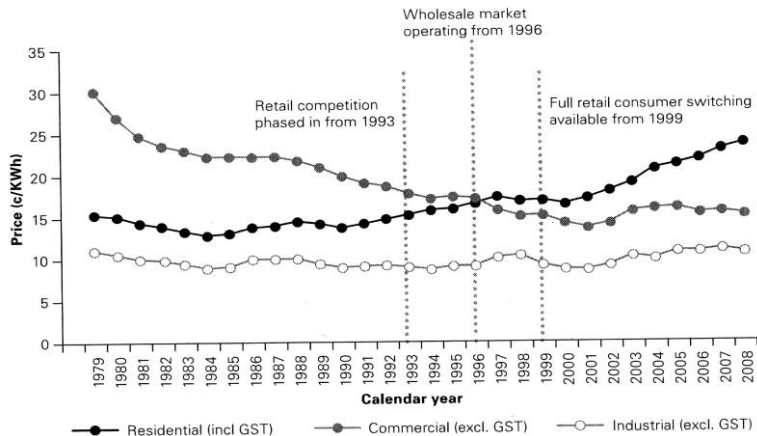
Две компоненты энергетической безопасности

- **тактическая** - определяющим является надежность (включая живучесть) энергоснабжения
- **стратегическая** - защищенность страны от завышенной стоимости энергоснабжения, которая может приводить к сдерживанию (торможению) экономического роста и соответственно социального прогресса или даже невозможности поддержания нормального функционирования общества и экономики при минимальном или нулевом экономическом росте
- **Энергетическая безопасность** - способность страны или региона обеспечить энергоресурсами экономический рост, снижение уровня бедности и улучшение качества жизни по доступным ценам (Определение Государственного совета «О повышении энергоэффективности российской экономики»).

Динамика стоимости электроэнергии

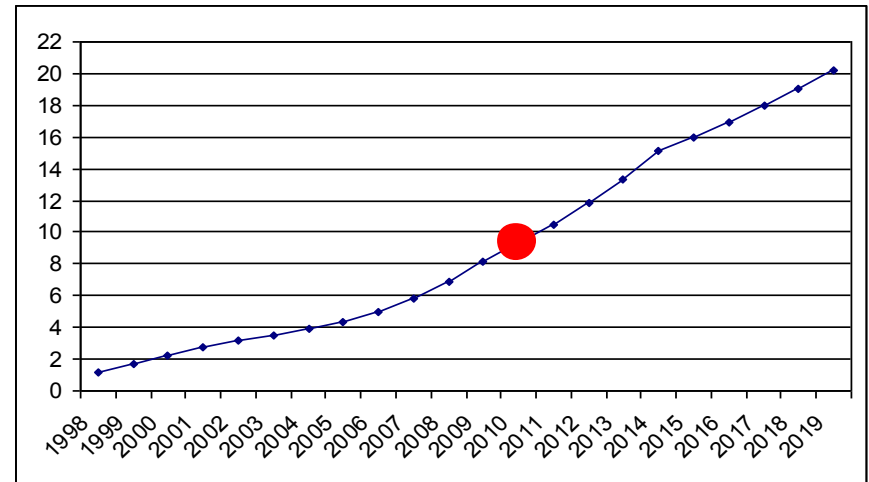


Структуры цены на электроэнергию для конечного потребителя в США (факт/прогноз цены 2008 года за кВтч)



Source: Ministry of Economic Development, June 2009

Цены на электроэнергию в долларах Новой Зеландии 2008 г. для различных групп потребителей Новой Зеландии (курс новозеландского доллара - 2.44 за \$1).

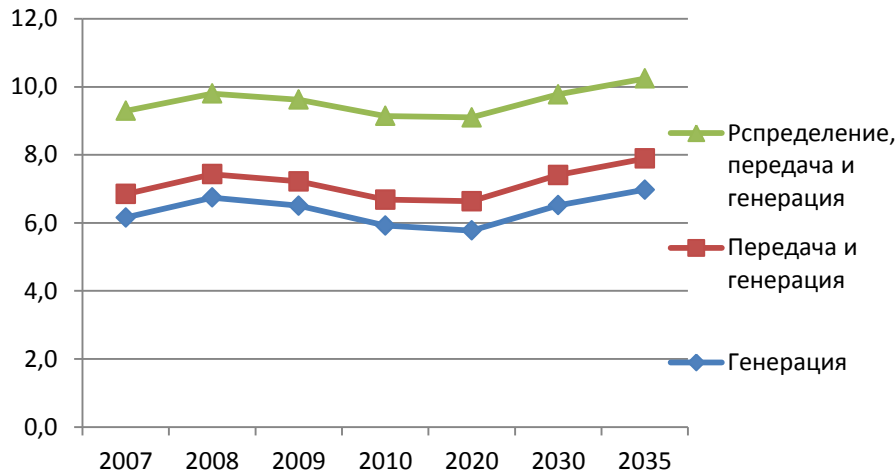


Индекс цен электроэнергии в России (Факт 1998-2011 гг., прогноз 2012-220 гг. 1998 г. = 1. Номинальные цены)

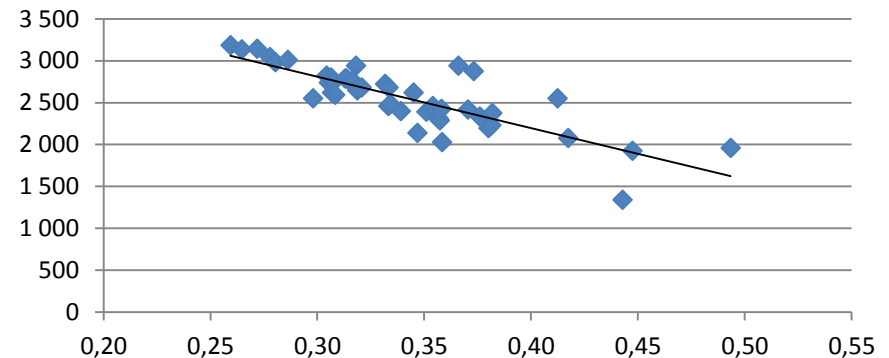
Тарифы на электроэнергию бюджетной сферы Кореневского района Курской области 2005-2010 гг.

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Руб. / кВтч	1,63	2,0	2,36	2,78	3,56	5,20
Индекс цены		1,23	1,18	1,18	1,28	1,46

Структура цены электроэнергии у конечного потребителя



Структура цены на электроэнергию для конечного потребителя в США (факт/прогноз цены 2008 года за кВтч)



Зависимость отношения индекса цен РСВ к фактической среднеотпускной цене (руб./МВтч) электроэнергии для конечных потребителей на территории обслуживания ГП для первой ценовой зоны

- 40% - генерация, 60% - сети сбыт
- Разница ВН/НН

Снижение издержек производства электроэнергии в 2 раза в результате внедрения совокупности наилучших достижимых технологий позволит уменьшить стоимость электроэнергии у конечного потребителя не более чем на 20% и останется фактически незамеченным.

Приоритет должны получить технологические решения основанные на основе комплексного подхода к неразрывной технологической цепочке производство-потребление энергетических ресурсов.

Переход к рыночным механизмам в экономике не привел их запуск в энергетике

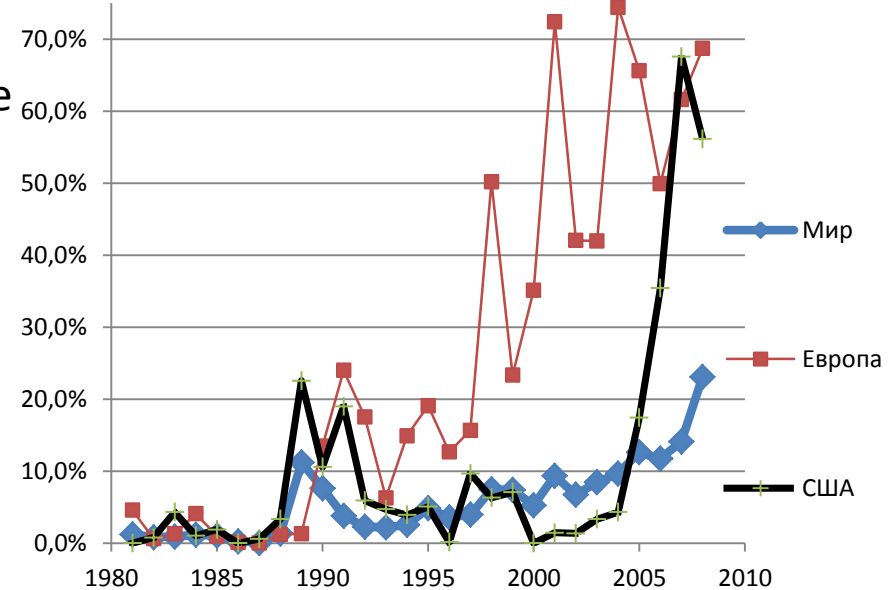
- В результате перехода от плановой к рыночной модели развития экономики стоимость энергоснабжения стала лимитировать дальнейший рост потребления, став тормозом развития экономики Российской Федерации, определяя возможности расширения промышленного производства.
- При этом в отличие от стран с развитыми рыночными отношениями рост стоимости электроэнергии не привел к запуску энергосбережения на системном уровне.
- Доля России в мире в производстве электроэнергии составляет 6%, а ВВП 1,6%. Потребители неэффективной энергетики страдают дважды – от высоких тарифов и от завышенного количества потребляемой энергии.
- Реализация проектов по замене электрического привода на механический
- Промышленные и коммунальные предприятия сооружают независимую генерацию без выхода в энергосистему. Фактически это является путем перехода к натуральному хозяйству в электроэнергетике.
- В случае массового появления генераторов в составе электротехнических комплексов частных потребителей, не объединенных в систему, формируется риск развала единой энергосистемы за счет автономизации энергоснабжения.
- Институциональная ловушка, в которой находится энергетика, является следствием фрагментарного подхода к задаче энергоснабжения.

Фрагментарный подход к построению энергоснабжения

- выпадение потребителя из определения энергетики;
 - отсутствие взаимоувязки интересов ресурсоснабжающих предприятий в построении систем жизнеобеспечения;
 - инфраструктура, сформированная в условиях плановой экономики при условии низкой стоимости энергетических ресурсов, впоследствии развиваемая без взаимной координации;
 - нежелание воспринимать конечное потребление, как отдельную сформировавшуюся отрасль и признать электрику частью электроэнергетики;
 - приоритет производства над потреблением - повышении единичных мощностей энергоблоков (до 1200 МВт), рост напряжения линий электропередач (до 1150 кВ);
 - эффективность использования энергетических мощностей в бывшем СССР был стабильно выше, чем в США, а приведенное число часов работы электродвигателей значительно ниже;
 - плановые задания по росту мощности энергосистемы и объему выработки электроэнергии выполнялись, а вопрос эффективности функционирования энергетического хозяйства потребителей, использования установленных электроприемников находился за пределами компетенции энергетики;
 - отставание в эффективности промышленных, сельскохозяйственных и бытовых потребителей, а не недостаточная степень развития энергетики стало ограничивать социально-экономическое развитие страны.
- Путь решения – повышение энергоэффективности на основе формирования клиент ориентированного подхода за счет потребителя, но не в ущерб ему.

Ориентированный на потребителя подход

- Произошло **формирование среды с задачей удовлетворения потребностей населения при минимальных затратах невозобновляемых ресурсов** и уменьшении нагрузки на окружающую среду.
- Реализация большого количества проектов по ВИЭ меняет структуру распределения и работы генерирующих мощностей, условия работы сети, определяет новые требования к ее топологии.
- В отличие от плановой экономики на Западе смещение акцентов произошло не только в области энергосбережения, оптимизации цепочки производство - конечное потребление энергетических ресурсов, но воплотилось в **иной мировоззренческий подход сформировавшийся на системном, средовом уровне.**
- Получили развитие технологии **роста энергоэффективности в результате оптимизации энергохозяйства потребителей:** управление спросом, распределенная энергетика.



Динамика доли ВИЭ в новых вводах энергетических мощностей

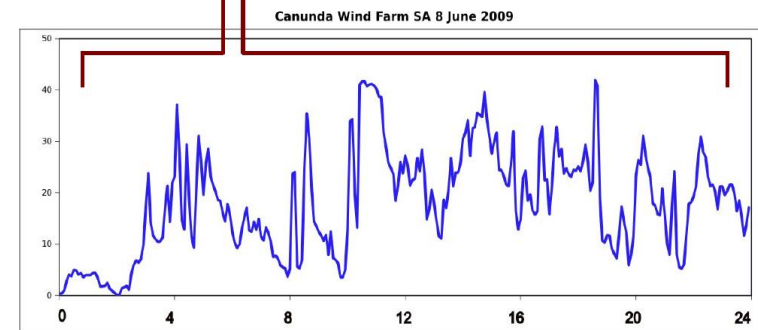
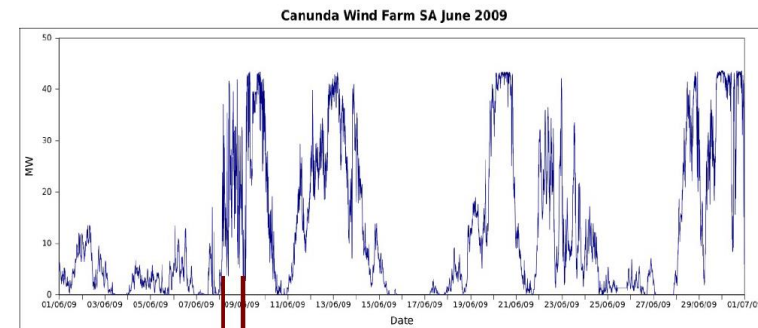
Влияние развития ВИЭ на трансформацию требований к энергосистеме

С развитием ВИЭ производство энергии стало управлять спросом и определило направление трансформации поведения потребителей – возможность подстраивается под генерацию возобновляемых источников. Возникла необходимость управления множеством участников новой системы.

Меньшие издержки компенсации непостоянства генерации ВИЭ в результате изменения величины потребления электроэнергии по сравнению с регулированием пиковыми мощностями создали условия для нового направления развития и управления потреблением электроэнергии -

развития smart сетей.

- Возникла необходимость создания сети распределения электроэнергии и информации, определяющей поведение потребителей и базовых производителей энергии.
- Особенностью smart сети стало развитие на основе региональных распределительных сетей, обеспечивающих энергоснабжение множества мелких потребителей.
- Интеллектуальная сеть — электрическая сеть, которая разумно координирует действия всех присоединённых пользователей — производителей электроэнергии, потребителей, аккумулирующих устройств, чтобы гарантировать эффективность бесперебойного, экологичного, экономичного и надёжного электроснабжения ("Стратегический план преобразования интеллектуальных сетей"(Евросоюз, 2008 г.))



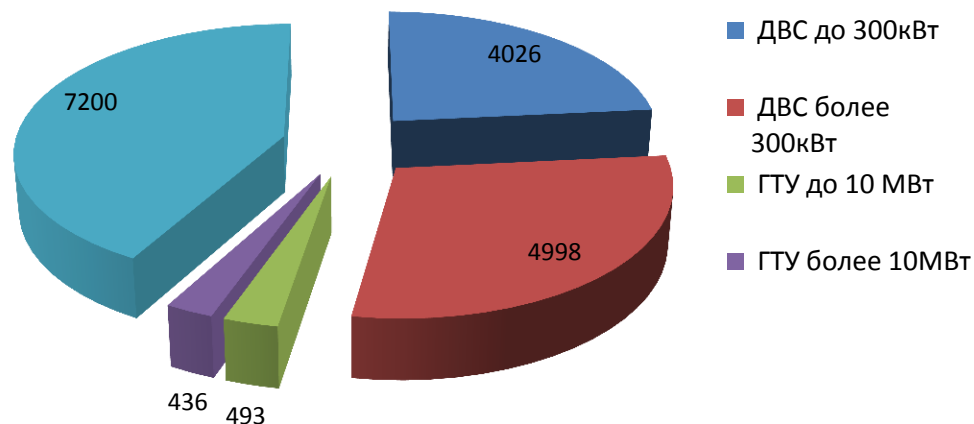
Динамика работы ВЭС (Канунда, Австралия, июнь 2009 г.)

Распределенная энергетика

- В США эксплуатируется около 12 млн. установок распределенной генерации (единичной мощностью до 60 МВт) общей установленной мощностью свыше 220 ГВт, темпы прироста этой мощности составляют 5 ГВт в год. Более 170 ГВт этой мощности используются как источники резервной мощности для энергоснабжения потребителей в аварийной ситуации. Основной тренд – переход к использованию этих установок в качестве регулярного источника, а не только для резервной мощности, что в итоге приводит к сокращению вводов крупной централизованной генерации в энергосистеме.
- Ключевым параметром, отличающим распределенную энергетику от традиционной большой энергетики является параллельное с сетью производство электроэнергии для электроснабжения потребителей, расположенных на расстоянии, при котором можно обеспечить ее **передачу без трансформации уровня напряжения**, тем самым снизив потребление из сети.

Распределенная энергетика - это источники электроэнергии, подключенные к шинам распределительной подстанции, в т.ч. на стороне нагрузки, и оснащенные автоматикой для обеспечения синхронной работы с энергосистемой, отключения от энергосистемы и поддержания автономной работы.

Объемы реализации электрогенерирующих установок в России в 2004-2007 годах, МВт



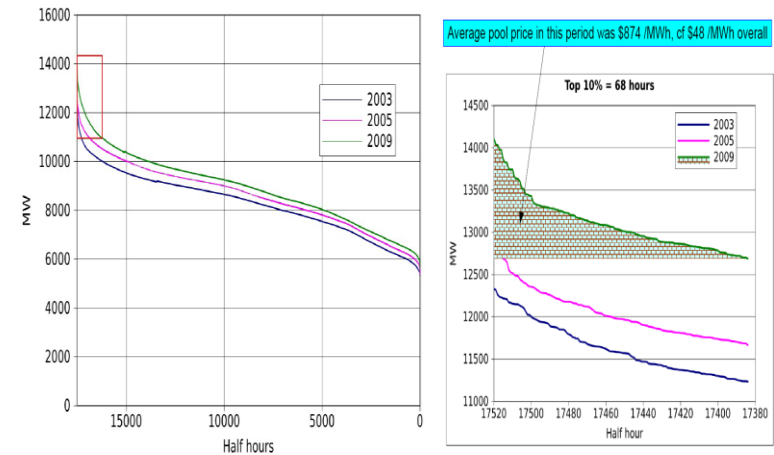
Распределенная энергетика и возможность решения сетевых задач

•Основой гибкого управления режимами распределительных сетей должно стать создание распределенной генерации на основе синхронных генераторов новых объектов распределенной генерации с возможностью управления токами возбуждения. Регулирование токов возбуждения СГ, установленных в непосредственной близости от конечного потребителя, позволит обеспечить компенсацию реактивной мощности в распределительных сетях. Только в Москве компенсация РМ позволит снизить максимум потребления на 3-3,3 ГВт

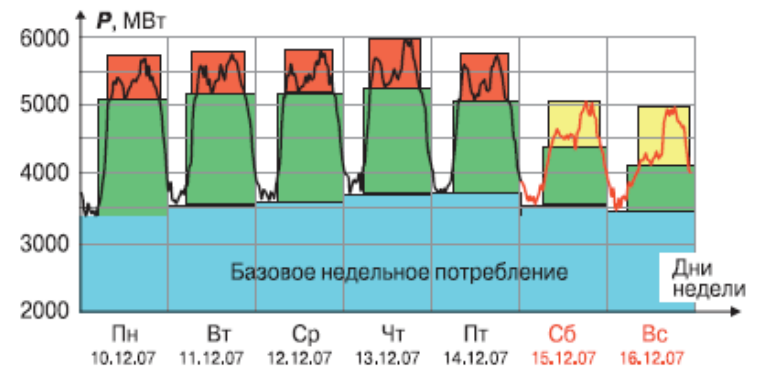
•Возможность повышения качества энергоснабжения в результате компенсации высших гармоник.

•Новый подход к вопросам аккумулирования энергии: переход ТЭЦ на работу по электрическому, а не тепловому графику).

•Требуется первоочередное развитие регулируемых ОРГ, производство энергии на которых в отличие от нерегулируемых обеспечивается по заранее заданному графику.

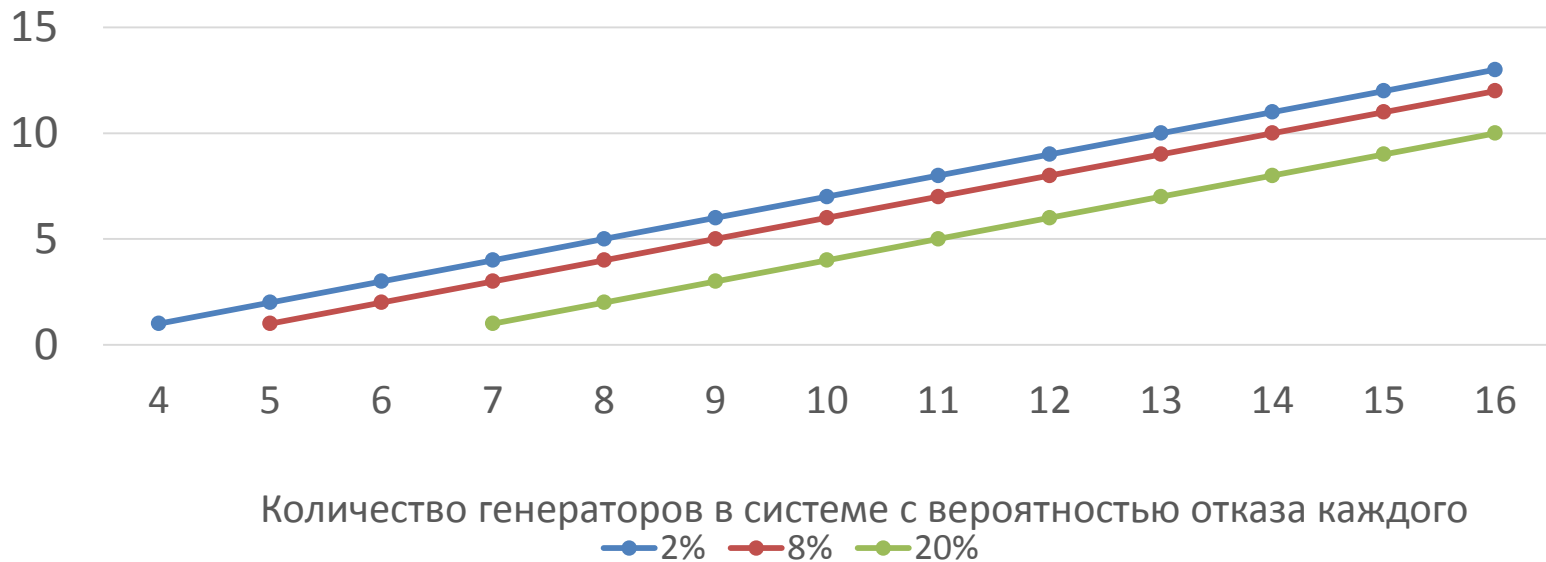


Годовой график нагрузок NSW Австралия, получасовые интервалы, МВт



Недельный график электрической нагрузки ОЭС Белоруссии в отопительный период 2007 г.

Надежность энергоснабжения и распределенная энергетика



Мощность системы, выраженная через количество генераторов, обеспечивающая надежность энергоснабжения 0,9997

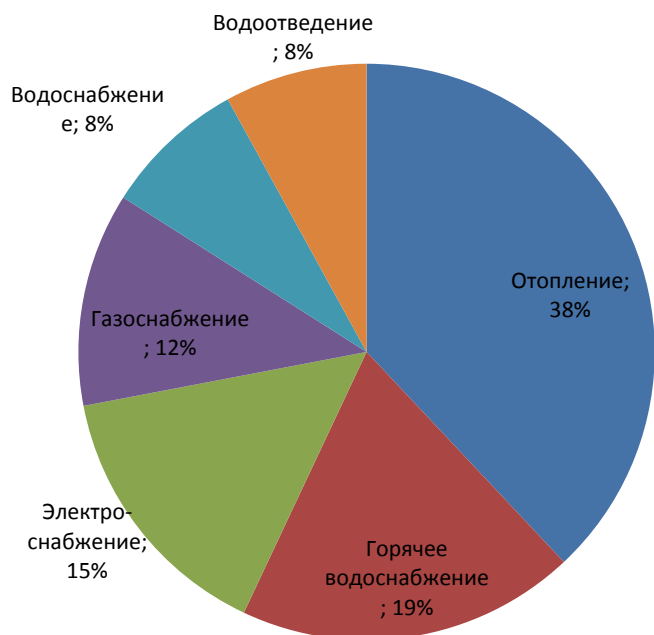
Следует обеспечить взаиморезервирование пространственно разделенными источниками, т.е. целесообразность установки по возможности одной когенерационной установки на котельной.

Отличие подходов к построению smart сетей в России

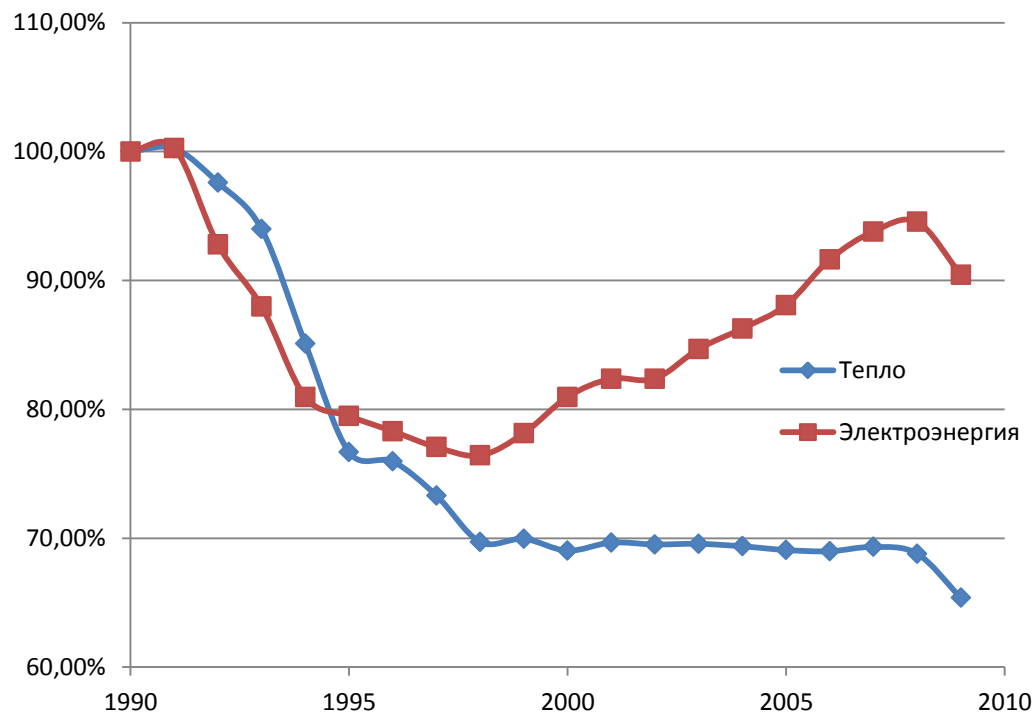
В России электроснабжение потребителя обеспечивается от 2-3 источников, а в Европе – от 12-18, фактически отсутствует разветвленная сетевая инфраструктура;

Наличие относительно небольшого количества крупных электростанций;

Расходования более 60% ТЭР на выработку тепла.



Структура оплаты граждан за коммунальные услуги в среднем по Российской Федерации

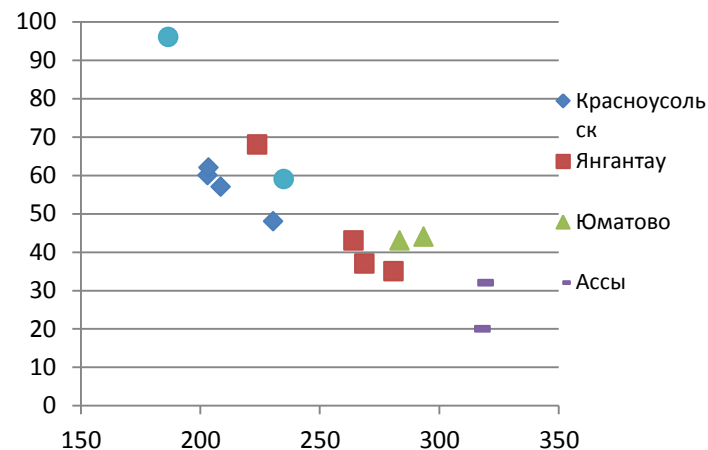


Динамика производства тепловой и электрической энергии

Потенциал комбинированной выработки тепла и электроэнергии

Наименование показателя	2000 г.	2009 г.
Число котельных, единиц	67913 (100%)	72370 (100%)
В т.ч. до 3 Гкал/час	47296 (70%)	55563 (77%)
от 3 до 20 Гкал/час	16721 (25%)	13483 (19%)
от 20 до 100 Гкал/час	3289 (5%)	2681 (4%)
Суммарная мощность коммунальных котельных, тыс. Гкал/ч	675,3	590,9

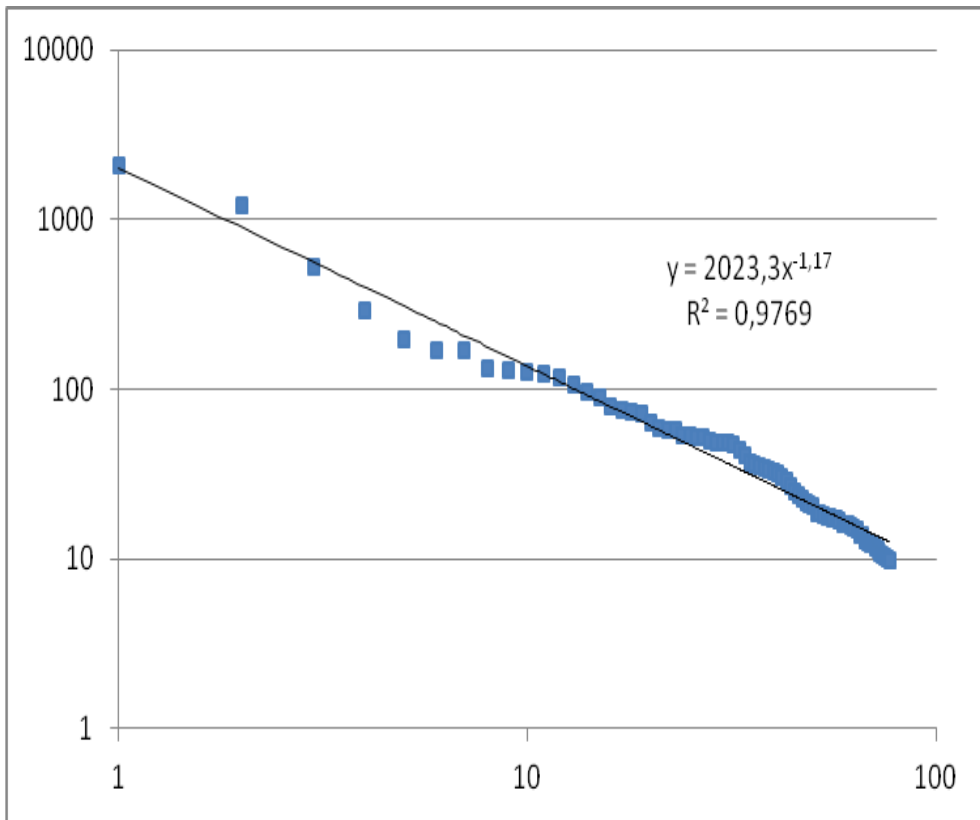
Коммунальные котельные в городах России



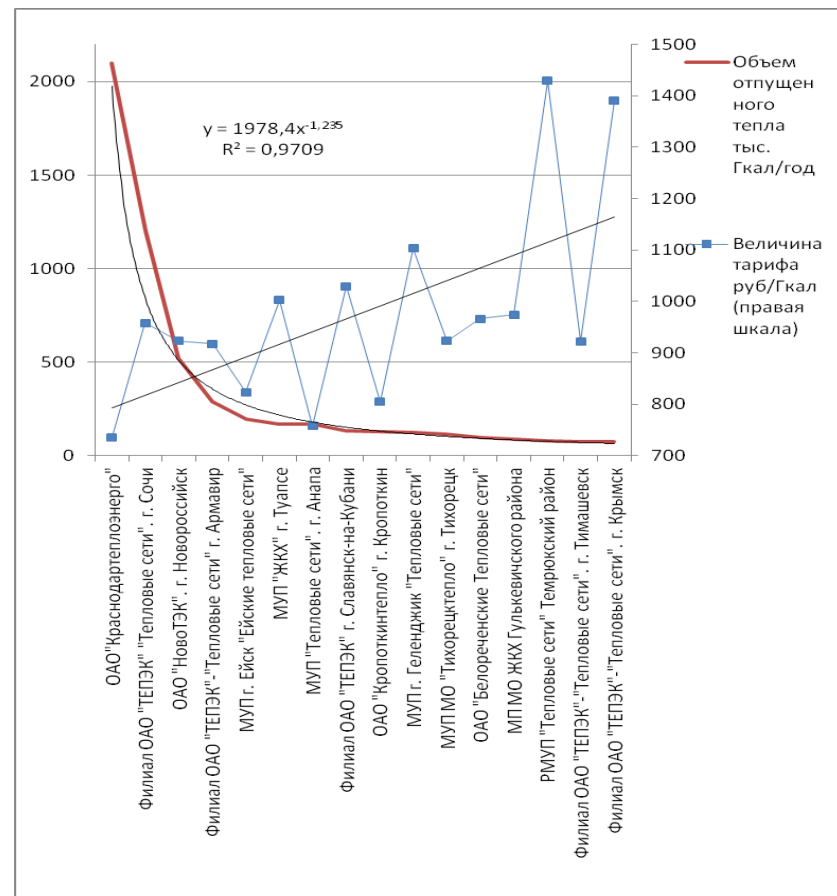
Зависимость удельного расхода топлива на производство электроэнергии (г у.т./кВтч) от доли комбинированной выработки электроэнергии (%) на газопоршневых станциях Башкирии

Ежегодный объем централизованного производства тепла на котельных превышает 650 млн. Гкал/год. При переводе половины котельных в комбинированный режим производства тепловой и электрической энергии с круглогодичным использованием тепловой энергии (за счет надстройки котельных в пределах потребления ГВС) можно обеспечить выработку электроэнергии не менее 120 млрд. кВтч в год. Удельные расходы топлива при производстве электроэнергии в случае полной утилизации тепла не превышают 160 г у.т./кВтч. Перевод котельных в режим комбинированной выработки в указанных объемах позволит снизить потребление топлива до 20 млн. т у.т. в год.

Существующие системы теплоснабжений – «матрица» для формирования ценологического распределения мощностей



Параметрическое распределение ТСО Краснодарского края с объемом отпуска более 10 тыс. Гкал/год по объему отпущенной тепловой энергии в логарифмических координатах (номер ТСО по порядку, объем отпущенной тепловой энергии тыс. Гкал/год)



Зависимость величины тарифа на услуги теплоснабжения от объема отпущенной тепловой энергии теплосетями Краснодарского края

Тенденции развития энергоснабжения в мире

- предполагается развитие сети микро-ТЭЦ в Великобритании до 10 млн. единиц суммарной мощностью 10-20 ГВт в течении 20-30 лет Единичной электрическая мощность микро-ТЭЦ 1-2 кВт;
- в Японии работает 11 610 газовых ТЭЦ суммарной мощностью 8 786 МВт, средняя мощность 0,756 МВт, максимальная единичная мощность – 8, 730 МВт;
- в Нью-Йорке средняя мощность устанавливаемых ТЭЦ снизилась с 2 МВт в 1980 году до 0,3 МВт в 2006 г.;
- на коммерческих зданиях Онтарио устанавливаются ГПА или дизель-генераторы (350-2500 кВт), подключенные к местным распределительным сетям обеспечивающие резервное электроснабжение аварийного освещения, лифтов, пожарных насосов, включающихся в случае перерыва питания из электросети, которые предлагается перевести в режим генерации электроэнергии в периоды пикового спроса;
- в энергосистеме Франции к энергосистеме в пиковые часы подключаются резервные дизельные электростанции предприятий общей мощностью 500 МВт.

Темпы развития когенерации значительно превосходят темпы роста потребления электроэнергии и малые мощности используются для регулирования работы энергосистем.

Интеллектуальная энергетическая сеть – основа для гармонизации отношений производителя и потребителя

- Необходим комплексный подход, позволяющий гармонизировать интересы потребителей и технологические возможности снижения издержек производства энергии. Без перехода от фрагментарных решений к оптимизации неразрывной технологической цепочки «потребитель-производитель», повысить энергетическую безопасность, качество и надежность энергоснабжения промышленных и коммунальных потребителей, устранить барьеры для модернизации экономики со стороны энергоснабжения ожидать роста эффективности энергетики невозможно.
- Задачей становится формирования новой системы взаимоотношений, направленной на взаимоувязку интересов производства и потребителей энергии на системном уровне формирование инновационно-восприимчивой среды в энергетике, на основе которой возможно будет достичь завершения электрификации российской территории со значительно меньшим объемом строительства новых энергетических мощностей.
- Требуется наряду с развитием технической инфраструктуры формирование среды для комплексного решения проблем повышения эффективности энергоснабжения потребителей Российской Федерации. При этом в большинстве случаев наименее затратные решения по повышению эффективности работы энергосистемы могут быть реализованы не столько за счет ее усложнения, сколько в результате создания условий рационализации поведения потребителя на основе клиент ориентированного подхода.
- Необходимо создание интеллектуальной энергетической сети, охватывающей всю технологическую цепочку производитель-потребитель, обеспечивающей повышение роли и возможностей потребителя в оптимизации работы энергосистемы, рост эффективности использования существующих мощностей преимущественно на основе управления спросом в совокупностью с развитием распределенных регулируемых объектов генерации с утилизацией попутной тепловой энергии для целей теплоснабжения.
- Интеллектуальная энергетическая сеть, включающая всех участников производства и потребления комплекса энергетических ресурсов, должна стать технологической основой инновационно-восприимчивой среды.

Благодарю Вас за внимание