



ОАО «ВНИПИэнергопром»

# Концепция комплексного энергетического развития до 2020 г.



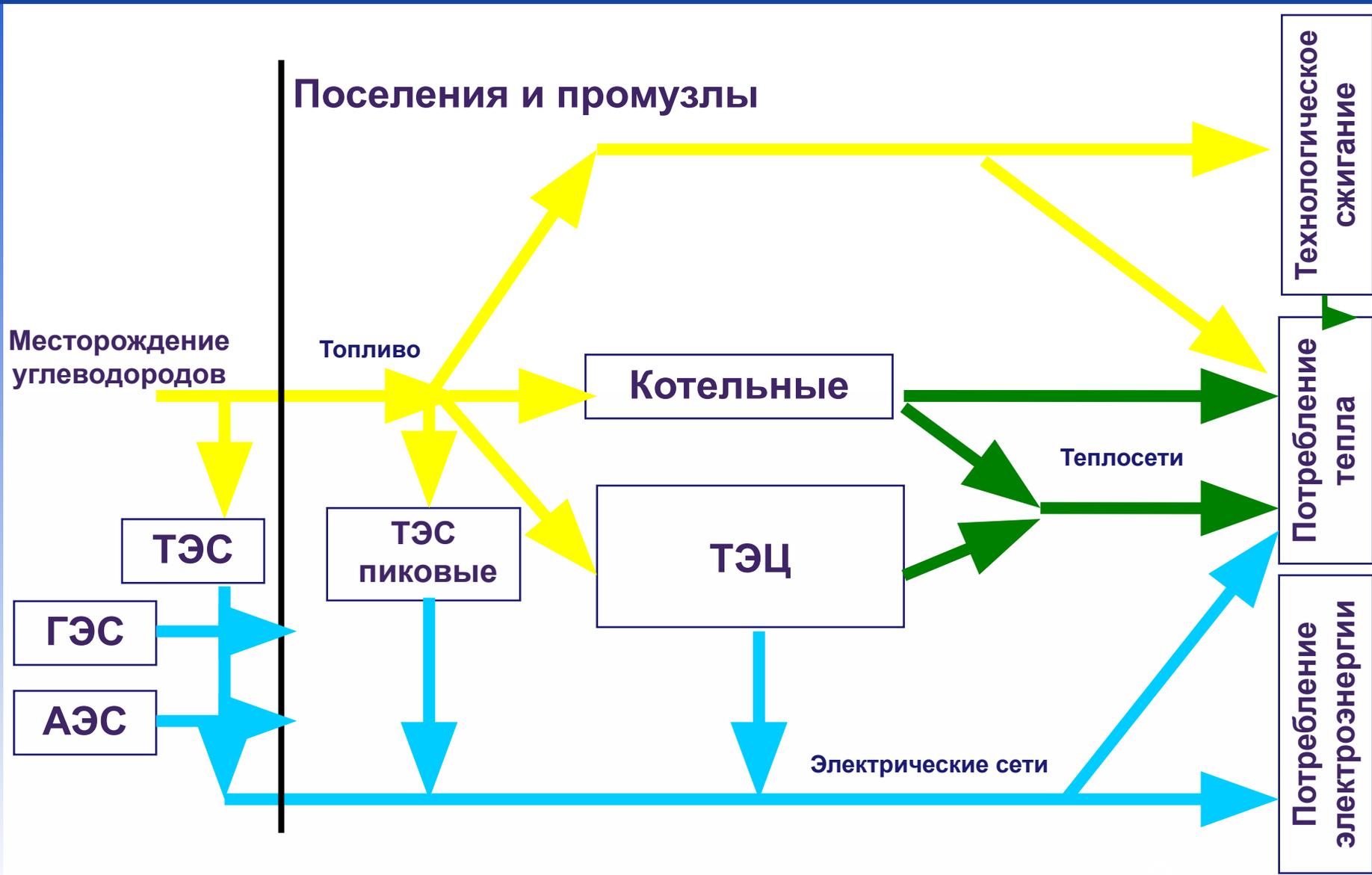
# Оптимизация развития энергетических систем

Основная задача развития энергетических систем – обеспечение качественного и надежного энергоснабжения существующих и будущих потребителей

Вариантов развития, обеспечивающих качество и надежность, может быть бесчисленное множество. Соответственно, задача оптимизации – обеспечение развития с минимальными совокупными приведенными затратами. Она не может быть решена путем простого сложения перспективных планов организаций, владеющих отдельными элементами системы.



# Комплексная схема энергоснабжения





# Основные принципы оптимизации

- Приоритет надежности
- Планирование от потребителя
- Учет высвобождаемой мощности
- Создание пиковых электростанций
- Развитие когенерации
- Взаимоувязка энергетических планов



# 1. Надежность

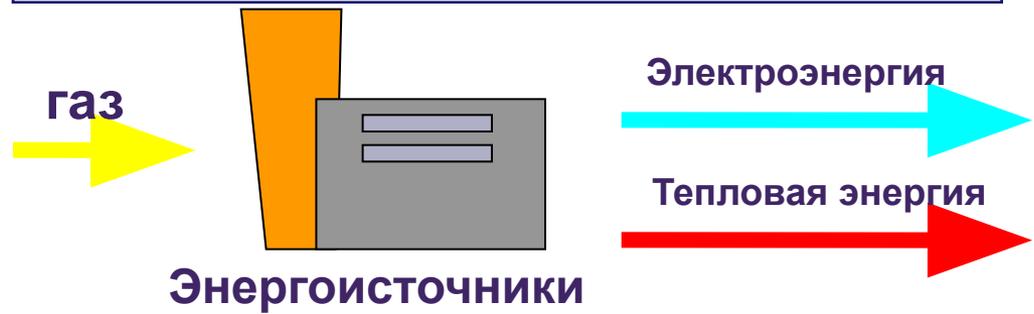
- Максимумы потребления топлива, тепла и электроэнергии совпадают и приходятся на самые холодные периоды.
- Одновременно накладываются друг на друга:
  - Ограничения по поставке природного газа (при снизившихся за последние годы объемах резервирования другими видами топлива);
  - Перегрузка электросетей и трансформаторных мощностей (из-за уплотнения застройки и электроотопления);
  - Ограничения по пропускной способности тепловых сетей (из-за вводимых ограничений температуры теплоносителя и отсутствия регуляторов расхода у потребителя).
- Наиболее тяжелый сценарий для российских условий – прекращение теплоснабжения в период сильных похолоданий из-за аварий на крупном энергоисточнике или магистральных тепловых сетях, а также из-за значительных нарушениях газо- или электроснабжения.



# 1. Надежность

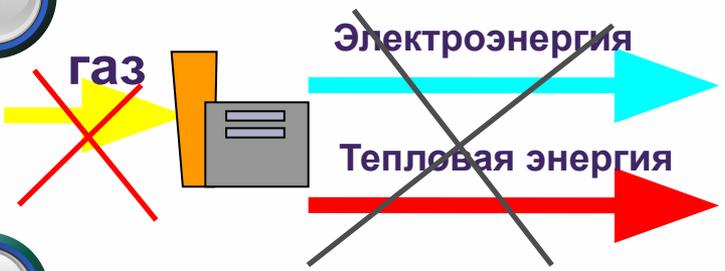
Взаимосвязь не резервируемых систем тепло-, электро- и газоснабжения

Нормальное функционирование

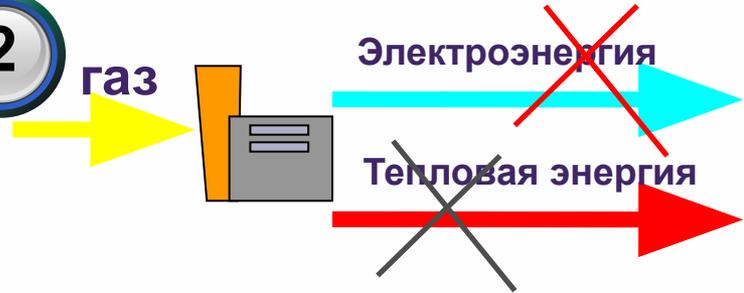


Аварийная ситуация при проблемах с одним из энергоресурсов

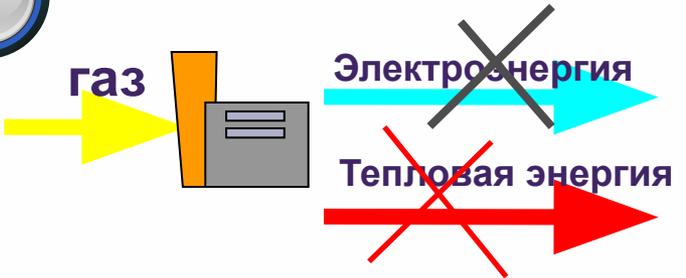
1



2



3



Коэффициент надежности:

$$K_{\text{итог}} = K_{\text{газ}} * K_{\text{электр}} * K_{\text{тепл}}$$



# 1. Надежность

## Пример г. Москвы

- Основные проблемы возникают при достижении температуры наружного воздуха величины близкой к расчетной  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что видно на примере холодной зимы 2006 г.:
  - снизилось давление газа во внешнем кольце до  $12\text{ кг/см}^2$ ;
  - расход теплоносителя в тепловых сетях ТЭЦ был близок к предельно возможному и достигал  $320\text{ тыс. м}^3/\text{ч}$ ;
  - потребление электрической мощности возросло до предельно возможных размеров и составило  $16\text{ }000\text{ МВт}$ , при введенных отключениях на  $500\text{ МВт}$
- Серьёзное повреждение в любой системе тепло-, газо-, электроснабжения могло привести к системной аварии охватывающей весь город.



# 1. Надежность

Результаты расчета варианта полного отключения ТЭЦ -21 Мосэнерго

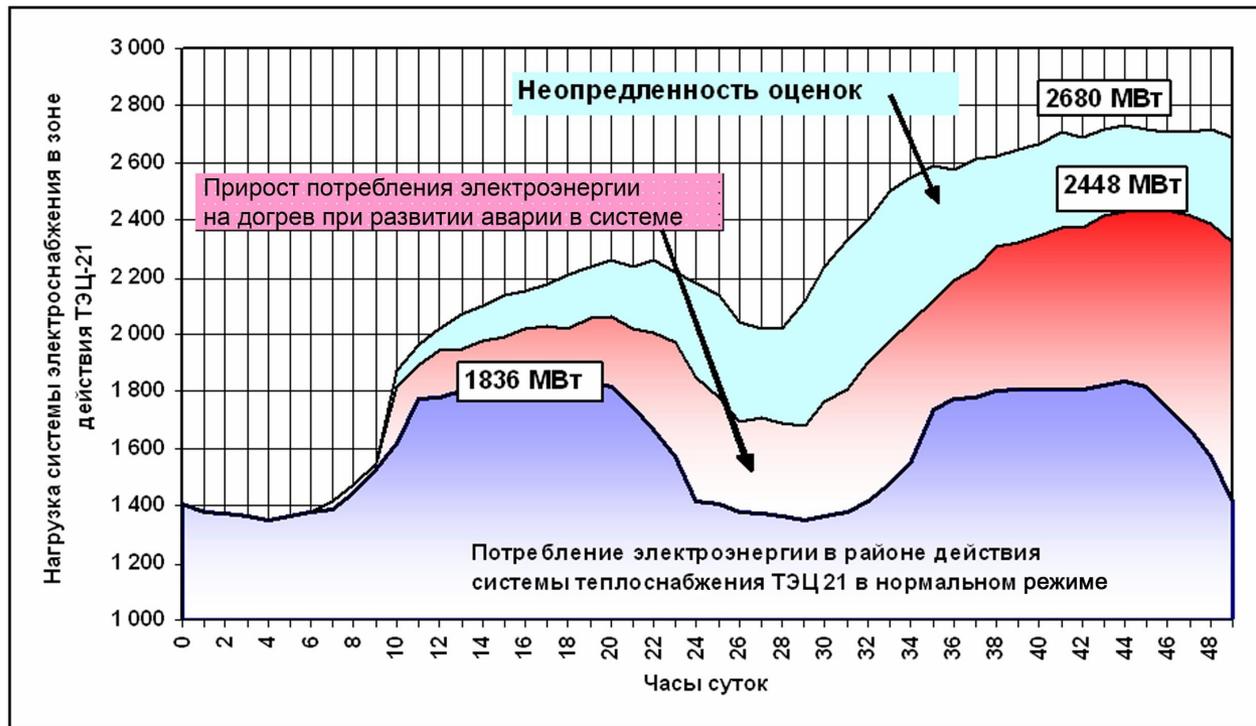
- **Только 13-15%** всех потребителей с нагрузкой около 500 Гкал/ч будут функционировать в режиме 75% обеспеченности теплом для целей отопления
- **47-50 % всех потребителей** будут функционировать в режиме 50% обеспечения теплом на цели отопления (горячее водоснабжение и вентиляция этих потребителей будет отключена)
- **Остальные 30-35%** потребителей будут функционировать в режиме полного отключения теплоснабжения.



# 1. Надежность

## Электропотребление в период развития аварии

### Оценка прироста электропотребления в зоне действия системы теплоснабжения ТЭЦ-21 Мосэнерго



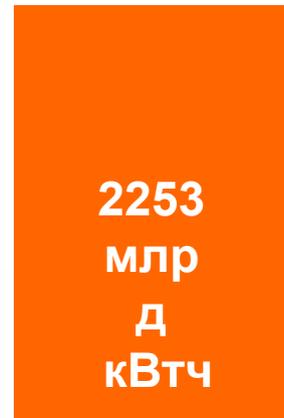
Через 14-16 ч необходимо начинать отключение электроснабжения потребителей, в том числе жилые дома (для предотвращения пожаров и перегрузки трансформаторов), но фактически отключения начнутся сразу после аварии из-за общей перегрузки энергосистемы.



# 1. Надежность.

## Резервирование тепла электроэнергией

Годовой объем  
потребления в РФ



Тепловая  
энергия

2:1



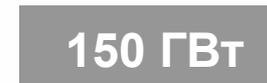
Электро-  
энергия

Пиковая мощность



Тепловая  
мощность

5:1



Электрическая  
мощность

В целом по стране установленная электрическая мощность 218,5 ГВт, из них около 20 ГВт в ремонте и консервации. Пиковое потребление составляет 150 ГВт, таким образом в резерве имеется примерно 50 ГВт. Этого резерва электрической мощности достаточно для компенсации только **6%** тепловой мощности.

6%



# 1. Надежность

Необходимые решения при планировании развития энергосистем городов

- Сетевое резервирование энергоисточников;
- Восстановление/создание систем резервного топлива на крупных котельных;
- Создание автономных источников электрической мощности для безусловного обеспечения работы котельных и теплофикационного оборудования ТЭЦ;
- Организация работы по анализу фактических показателей надежности энергосистем, их взаимовлияния, сценариев возможных комплексных аварий и мер повышения надежности до нормативного уровня;
- Мониторинг уровня надежности энергоснабжения городов



## 2. Планирование от потребителя

### *Плата за подключение*

- Введение платы за подключение к электрическим и тепловым сетям привело к резкому повышению уровня энергоэффективности строящихся объектов. При составлении прогнозов энергопотребления необходимо учитывать современные удельные расходы энергии.
- Полезно введение платы за подключение к тепловым сетям во всех городах, а также распространение ее на подключение к сетям газоснабжения, вместо непрозрачной процедуры выдачи конкретных технических условий.
- Варьируя плату за подключение к разным видам энергоресурсов по городским районам можно стимулировать разные виды обеспечения теплом: ТЭЦ, локальные котельные или индивидуальные теплогенераторы.



## 2. Планирование от потребителя

### Строительство собственных энергоисточников

- По данным ИНЭИ в 2006 году:
    - Импорт электрогенерирующих установок на базе поршневых двигателей единичной мощностью более 300 кВт составил **732 МВт**
    - Российское производство **264 МВт**
    - Вводы ГТУ ТЭС мощностью до 20 МВт **266 МВт**
- Итого 1262 МВт**

Часть этой мощности используется как резервная, часть приобрели энергокомпании.

- Надо учитывать также вводы ГТУ и ПТУ ТЭС мощностью более 20 МВт, строящиеся крупными потребителями или инвесторами-застройщиками
- Реально ввод работающих электростанций непосредственно у потребителей составляет около 1 ГВт в год.



### 3. Учет высвобождаемой мощности

*Потенциал высвобождаемой электрической мощности*

В Энергетической стратегии России существующее энергопотребление рассматривается как неизменное, что противоречит принятому курсу на повышение энергоэффективности.

Даже по скромным оценкам применительно к пиковому потреблению электрической мощности:

- Снижение потерь в электрических сетях на 5% высвобождает **7 ГВт**
- Введение рынка мощности и снижение вечерних пиков ..... **10 ГВт**
- Экономия в конечном потреблении ..... **13 ГВт**
- Ограничение электроотопления  
или переход на теплоаккумуляторы ..... **5 ГВт**

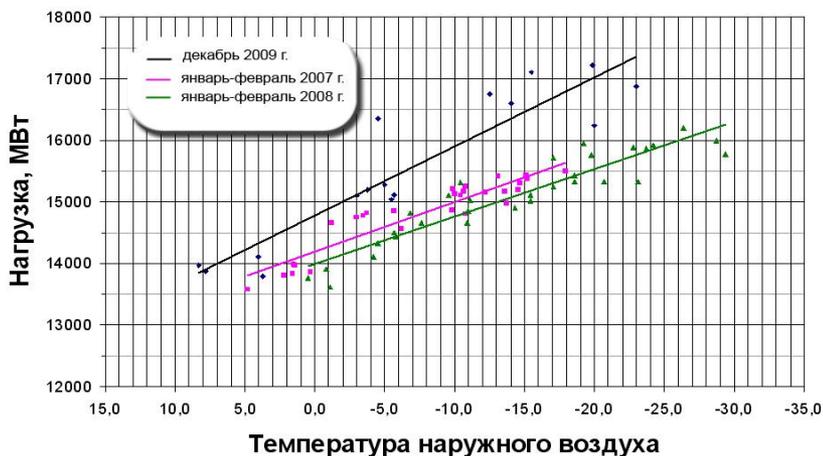
**Итого к 2020 году 35 ГВт.**

При этом важно, что электрическая мощность высвобождается непосредственно в центре нагрузок.

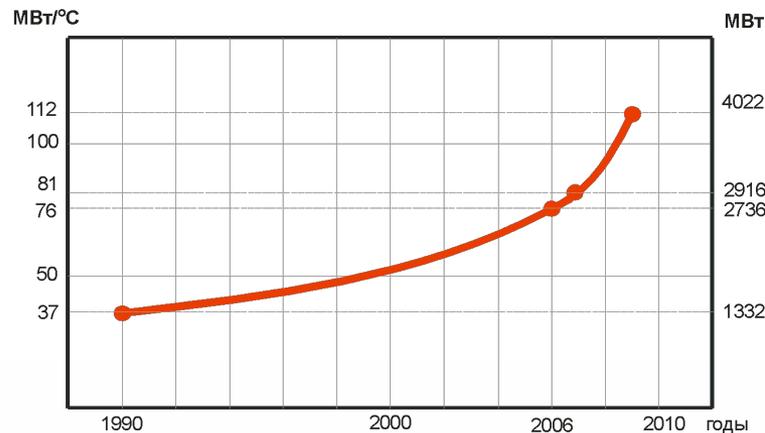


# 3. Учет высвобождаемой мощности Электроотопление на примере г. Москвы

Зависимость потребления электрической мощности Московского региона от температуры наружного воздуха



Потребление мощности на электроотопление при расчетной температуре



В период похолоданий возрастают объёмы использования электронагревательных приборов, и как следствие – рост доли прямого электроотопления.

В среднем похолодание на 1 °С в Московском регионе приводит к увеличению нагрузки на 112 МВт (2009 г.), в 1990 г. эта величина составляла 37 МВт.



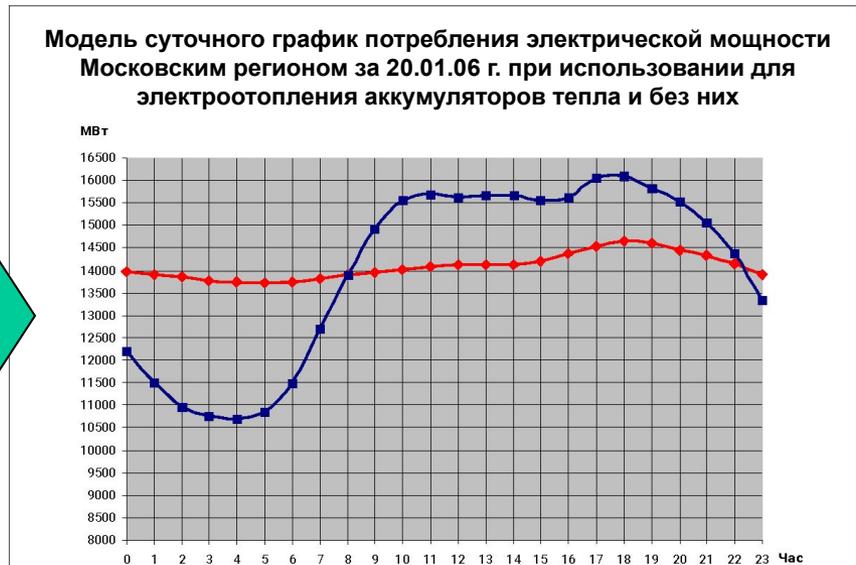
### 3. Учет высвобождаемой мощности Электроотопление

- В среднем на Европейской части России похолодание на  $1^{\circ}\text{C}$  приводит к росту потребления электрической мощности на 0,6%, т.е. в структуре пикового потребления электроотопление составляет более 20%.
- Необходимо принять меры по контролю качества теплоснабжения и введению экономической ответственности теплоснабжающих организаций или управляющих компаний через компенсацию жителям затрат на электроотопление.
- Также большой резерв в ограничении неоформленного использования электроэнергии на обогрев гаражей, дач, торговых павильонов, складов и т.д. Перевод их на теплоаккумуляторы позволит не только снизить пиковую нагрузку, но и увеличить ночное потребление. Результат отмены ранее действовавших ограничений на электроотопление – выросшие на порядок продажи мощных электронагревательных приборов.



# 3. Учет высвобождаемой мощности Теплоаккумуляторы

Моделирование применения теплоаккумуляторов в Москве дало следующий результат:



**Теплоаккумулятор (теплонакопитель)** – это электроотопительный прибор, работающий по принципу аккумуляции тепла. Он потребляет энергию только ночью, во время действия "ночного" тарифа на электроэнергию и «провалов» в потреблении электроэнергии, а отдает тепло равномерно круглые сутки.



### 3. Учет высвобождаемой мощности Экономические механизмы

Стимулирует высвобождение мощности:

- Повсеместное введение двухставочных тарифов со ставкой за мощность (даже на уровне квартир)
- Реальное введение многозонных тарифов и рынка мощности
- Упрощение и формализация процедуры перераспределения высвобожденной мощности в пользу третьих лиц для повторного использования
- Введение обязательности покупки сетевыми компаниями реально высвобожденной мощности в зонах ее дефицита по регулируемым ценам
- Разрешение сетевым организациям использовать плату за подключение на высвобождение мощности (снижение потерь, регулирование режимов)



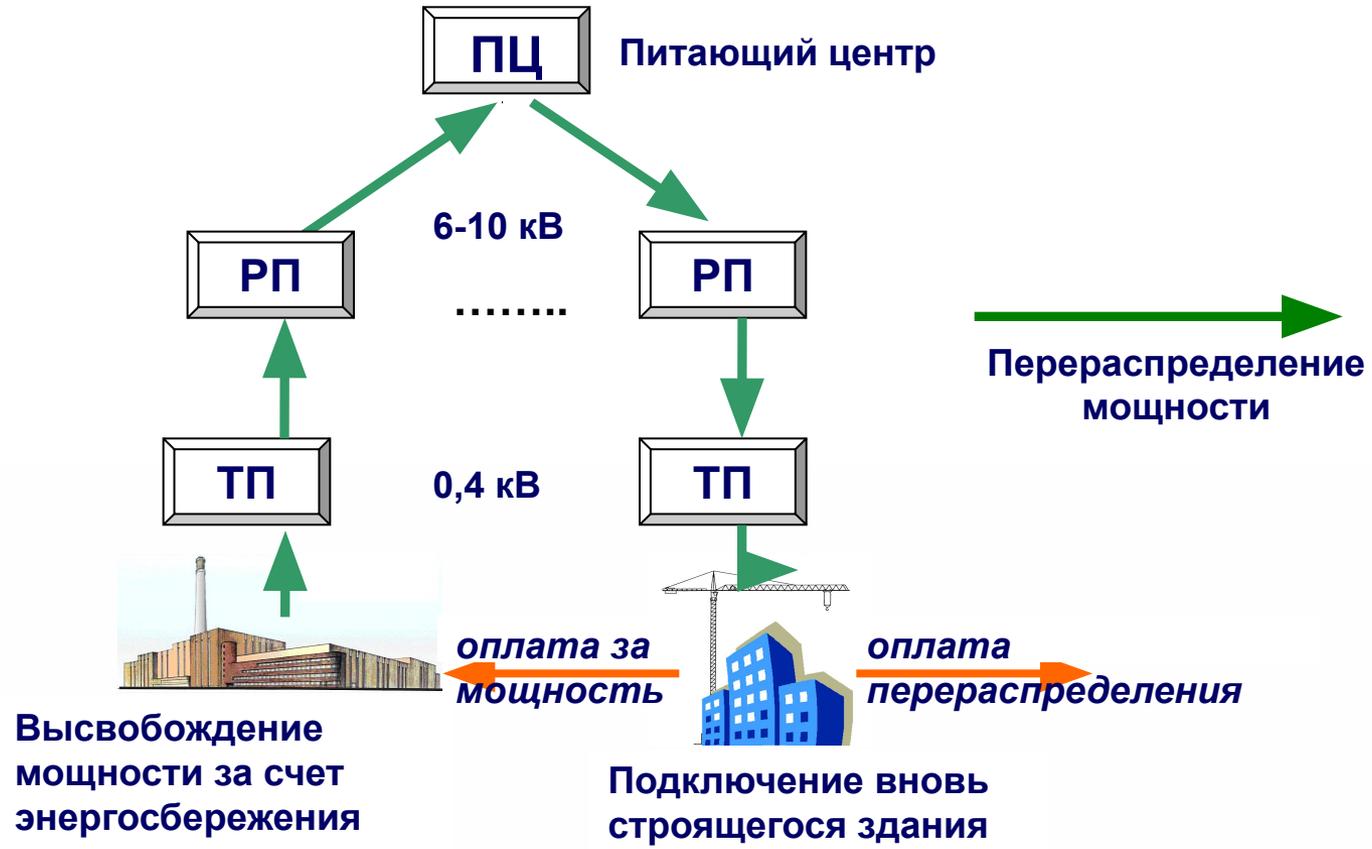
### 3. Учет высвобождаемой мощности *Экономические механизмы*

- Доступность современных товаров и материалов, повышение цен на энергоносители и рыночная экономика уже способствуют повышению энергоэффективности. Достаточно сказать, что суммарное теплopotребление в последние годы снизилось несмотря на рост экономики и новое строительство. Электропотребление в быту также не увеличивалось (росло в сфере услуг).
- Комплексом экономических мер можно стимулировать высвобождение мощности в первую очередь в зонах ее дефицита, т.е. синхронизировать процессы высвобождения мощности и продажи ее для повторного использования.
- Уровень необходимого программного задания по повышению энергоэффективности в каждом конкретном городе может рассчитываться исходя из объемов необходимого высвобождения мощности для развития промышленности и нового строительства



# 3. Учет высвобождаемой мощности

Схема перераспределения высвобождаемой электрической мощности





## 4. Пиковые энергоисточники

- При отсутствии мер регулирования, величина пикового зимнего максимума потребления электрической мощности в 2009 г. практически не снизилась, хотя общее электропотребление уменьшилось весьма значительно из-за кризиса.
- Введение рынка мощности также не улучшит ситуацию кардинально. В холода включаются все электронагреватели.
- Не существует более дешевого способа обеспечения пиковых нагрузок (до 100 ч в год), чем создание пиковых электростанций, размещаемых в центрах нагрузок.



## 4. Пиковые энергоисточники

- Для удешевления пиковые источники можно обеспечивать только жидким топливом, т.к. в холода сетевого газа все равно не хватает. Возможно использование отечественного оборудования, т.к. критериям надежности оно соответствует, может работать на менее качественном топливе, чем импортные аналоги, а КПД для пиковых источников величина не принципиальная.
- Возможно использование пиковых источников, как резервных, для обеспечения жизнедеятельности городов при масштабных энергетических авариях. Также при создании централизованной системы обслуживания и управления существующими резервными электростанциями возможно использование их в качестве пиковых (через отключение части нагрузок от общей системы).
- Введение рынка мощности будет способствовать появлению пиковых энергоисточников с большим числом часов использования непосредственно у потребителей.



Пример графика нагрузки предприятия с использованием блок-станций в режиме срезания пика.



## 4. Пиковые энергоисточники

### *Возможные объемы внедрения*

- Резервные/пиковые на ТЭЦ (АИМ) обеспечивающие пуск с «0» и аварийную работу пиковых котлов и сетевых насосов **3 ГВт**
  - Резервные/пиковые на центрах питания **5 ГВт**
  - Резервные/пиковые у крупных потребителей **2 ГВт**
  - Резервные/пиковые у потребителей **2 ГВт**
- ИТОГО 12 ГВт до 2020 г.**



## 5. Оптимизация систем теплоснабжения

### Основные принципы

- Замена конкуренции построенных мощностей на конкуренцию проектов
- Переход на двухставочные тарифы с легализацией фактических нагрузок
- Консервация или ликвидация излишних мощностей
- Выделение зон централизованного теплоснабжения и нецентрализованного газового отопления, ограничение конкуренции двух естественных монополий
- Создание реестра систем ЦТ, инвестиционно-привлекательных для развития когенерации
- Плановый перевод котельных в пиковый режим работы
- Вовлечение во вторичный оборот высвобожденной мощности



## 5. Оптимизация систем теплоснабжения *Когенерация*

- В российских условиях нет однозначного преимущества ПГУ ТЭЦ перед паротурбинными ТЭЦ с высокими параметрами пара. Все определяется необходимым соотношением тепловой и электрической мощности и оптимальным распределением тепловой нагрузки между энергетическими блоками, пиковыми котлами ТЭЦ и котельными
- Наибольший экономический эффект дает ликвидация котельных с передачей нагрузки на ТЭЦ, либо перевод котельных в пиковый режим работы
- Требуется проработка проектов дальнего транспорта тепла от ГРЭС и АЭС
- В России имеется гигантский природный потенциал для развития когенерации, и даже созданы системы транспорта тепла, работающие пока от котельных. Сложность выделения коридоров для прокладки тепловых сетей является основным препятствием для развития когенерации во многих странах.
- Системы централизованного теплоснабжения от котельных экономически целесообразны только в зонах избытка дешевой электроэнергии от ГЭС и АЭС.
- Замещение котельных когенерацией обычно не означает их надстройку. Котельная может переводиться в пиковый режим работы с новой ТЭЦ, работая с ней на общие сети.
- При плановой подготовке сетевой инфраструктуры для новых ТЭЦ (через инвестпрограммы сетевых организаций) темпы их строительства можно регулировать. Возможно появление большого количества малых ТЭЦ.



## 5. Оптимизация систем теплоснабжения *Энергосбережение*

Потенциал энергосбережения в теплоснабжении огромен. Реально возможно **высвободить к 2020 г. до 50 млн т у.т.**

Половины сэкономленного топлива достаточно для обеспечения выработки электроэнергии на предполагаемых к строительству в данной концепции ТЭЦ суммарной мощностью **30 ГВт.**



## 6. Оптимизация систем электроснабжения

- Основная задача – оптимизация размещения и структура источников, сетевая оптимизация возможна только при решении первичной задачи.
- Для каждого поселения важны исследования структуры потребления электрической мощности, особенно в пиковый период. Это дает возможность вводить меры управления пиковым потреблением и планировать размещение пиковых источников.
- Потенциал строительства и высвобождения электрической мощности в поселениях и промузлах очень велик:
  - Высвобождение мощности           **35 ГВт**
  - ТЭЦ потребителей                   **10 ГВт**
  - Пиковые электростанции           **12 ГВт**
  - Городские ТЭЦ                       **20 ГВт**

**ИТОГО 77 ГВт**

**Этой мощности вполне достаточно  
для развития экономики России до 2020 г.**



## 7. Энергетическое планирование

- Решение о строительстве новой электростанции может быть принято сегодня на нескольких уровнях:
  - предприятия, решившего построить собственную ТЭЦ;
  - инвестора, для обеспечения энергоснабжения строящегося комплекса зданий;
  - предприятия теплоснабжения, с надстройкой существующих котельных;
  - муниципалитета, по процедуре разработки программ комплексного развития инженерной инфраструктуры (210-ФЗ);
  - региона в соответствии с территориальным планированием (Градостроительный кодекс и постановление Правительства № 823);
  - генерирующей компании;
  - государства, через утверждение генеральной схемы.

Строительство котельных вообще напоминает стихийный процесс.

- Неувязанность энергетических планов или их отсутствие приводит к общесистемной неэффективности, избытку мощностей на некоторых территориях и нехватке ее в других.



## 7. Энергетическое планирование

### *Увязка энергетических планов*

- Не выполняются расчеты взаимовлияния и комплексной надежности систем тепло-, электро-, водо- и газоснабжения. Отсутствуют критерии надежности и государственный контроль за их фактической величиной.
- Полностью отсутствует система приоритетов при получении разрешения на пользование газом. Энергоисточник может быть учтен во всех энергетических планах и не получить лимитов на газ, но они могут быть выданы под незапланированные котельные или ТЭЦ.
- Представляется целесообразным объединить в одном федеральном органе функции разработки методологии энергетического планирования; увязки энергетических планов между собой и с программами энергосбережения; контроля системной надежности; утверждения топливных режимов (видов топлива) и нормативов потерь.
- Было бы также полезно возродить систему подконтрольных государству головных институтов, ответственных за разработку отраслевой энергетической политики; мониторинг уровня энергетической безопасности в городах и регионах; экспертизу их энергетических планов.



## 7. Энергетическое планирование

**Учет эффектов энергосбережения и оптимизации позволит не увеличивать мощность федеральных электростанций и энергосистем, сосредоточившись на улучшении структуры источников, высвобождении «запертой» мощности и снятии технологических ограничений, резервировании, управляемости и снижении потерь.**