



**Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН**

# **Интегрированные интеллектуальные энергетические системы**

**Методологический  
семинар ИСЭМ СО РАН  
28 февраля 2017 г.**

**В.А. Стенников**

**ИРКУТСК**

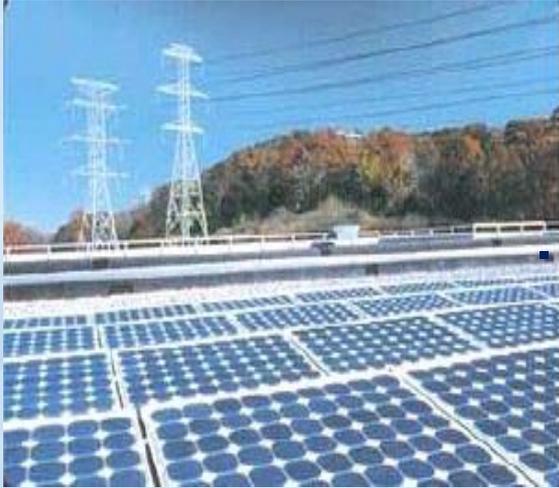


# ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Современные вызовы и особенности энергетики
2. Интеграция и ее аспекты
3. Предпосылки создания ИИЭС
4. Структура ИИЭС
5. Тенденции новой парадигмы в энергетике
6. основополагающие принципы создания ИИЭС

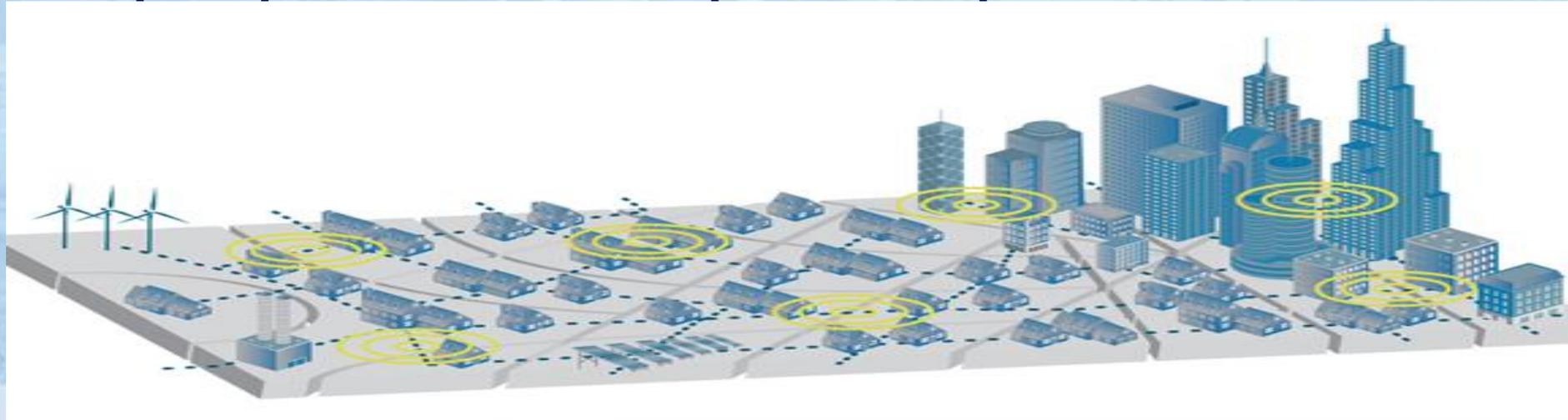
7. Архитектура ИИЭС
8. Концепция ИИЭС
9. Задачи и перспективы создания ИИЭС
10. Выводы





## СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ

1. **Формирование распределенного спроса преимущественно за счет небольших нагрузок**
2. **Рост диспропорций между крупными системами и мелкими потребителями**
3. **Увеличение доли «цифрового спроса» с высокими требованиями к качеству и надежности энергоснабжения**
4. **Повышение конкурентоспособности распределенной генерации энергии**





## ОСОБЕННОСТИ СИТУАЦИИ

- ❑ **Повышение значимости распределительных сетей и превращение их в электросетевую платформу для гибкой и надежной интеграции распределенной генерации, активных потребителей, мини- и микро гридов в единую энергосистему**
- ❑ **Развитие рынка цифровых технологий и интеллектуального управления**
- ❑ **Формирование супер-, мини- и микро грид технологий, повышающих гибкость системы и усиливающие отдельные ее слабые части**
- ❑ **Рост конкуренции между различными типами систем энергетики**



## ОСОБЕННОСТИ СИТУАЦИИ

### □ Рост конкуренции между различными типами систем энергетики

Системы конкурируют за ресурсы на топливном рынке, за сбыт на потребительском рынке и др. сферах деятельности.

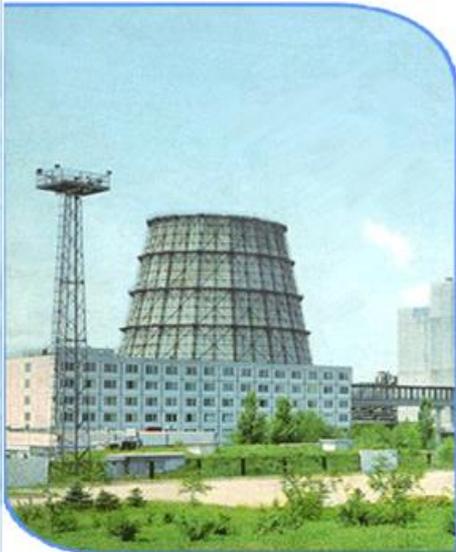
Усиливается конкуренция между видами энергоснабжения и типами систем:

между централизованным и децентрализованным энергоснабжением,

между крупной и распределенной генерацией энергии.

Растет конкуренция за дешевые энергоресурсы, платежеспособного потребителя

Системы энергетики работают на одном потребительском рынке, конкурируют за получение интеллектуального ресурса, инвестиций и т.п.





# ОТ РЕАЛЬНОСТИ К МЕЧТЕ

## СОВРЕМЕННАЯ ЭНЕРГОСИСТЕМА

Традиционное развитие путем улучшения характеристик (энергоэффективность +)

Модернизация энергетического комплекса масштабное обновление энергетического оборудования (генерирующего, сетевого, энергопотребляющего)

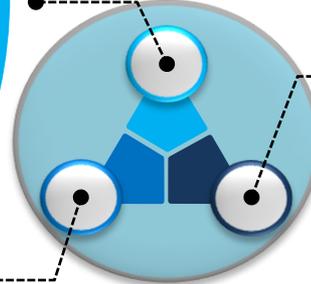
Модернизация систем управления технологическими процессами и рыночными операциями на всех уровнях, начиная с локального

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Развитие новых свойств и функциональности

### Интеграция технологий

Гибкая, демократическая инфраструктура свободного обмена энергией с гарантированным ее качеством, уровнем надежности и равноправными партнерскими отношениями



### Глубокая информатизация

Единая информационная коммуникационная платформа, обеспечивающая наблюдаемость, контроль состояния, управление, обмен энергией и торговыми энергетическими сервисами

### Интеллектуальность

Уровень самоорганизации, обеспечивающей формирование пространственной, временной, информационной или функциональной структуры системы, как «реакции по фактическому состоянию» и «реакцию по прогнозу»



## ПОНЯТИЕ ИНТЕГРАЦИИ

Центральным понятием в интегрированных ИИЭС есть понятие «интеграция». **Интеграция** может быть определена как способ организации отдельных энергетических систем в одну метасистему, которая обеспечивает согласованное и целенаправленное их взаимодействие, расширяет функциональные возможности, повышает эффективность энергетической метасистемы.

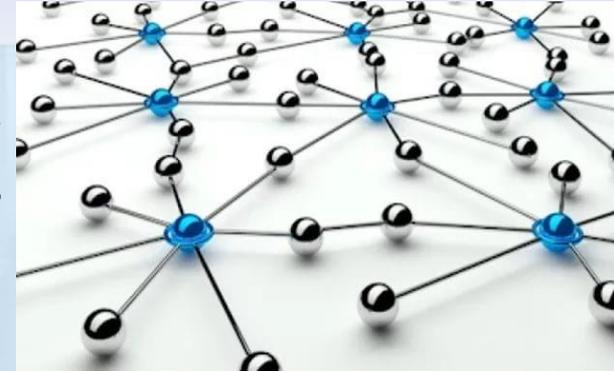


- Интеграция ИИЭС** рассматривается в различных аспектах: техническом, технологическом, функциональном, организационном, информационном, программном, экономическом.



## АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ (1)

• **Техническая интеграция** – это рациональное объединение разнообразных технических средств (оборудования, устройств, механизмов, приборов, аппаратуры, и т.п. ) в единый комплекс для производства, передачи, распределения и потребления энергии.



- **Технологическая интеграция** – это объединение отдельных технологий, образующих единую технологическую цепочку, начиная с производства энергии и заканчивая ее потреблением, с одной стороны, и формирование на базе отдельных энергетических систем единого технологического пространства в виде энергетической метасистемы с целью эффективного обеспечения энергетических потребностей, с другой стороны.



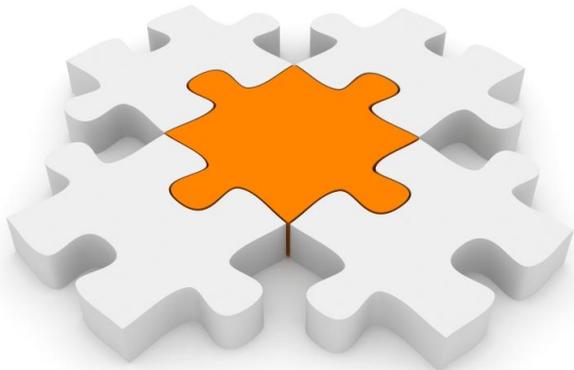


## АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ (2)

- **Функциональная интеграция** обеспечивает единство целей, согласования критериев и процедур, выполнение производственно-хозяйственных и технологических функций, направленных на достижение поставленной цели. Основой функциональной интеграции есть оптимизация функциональной структуры всей системы, декомпозиция системы на локальные части (подсистемы), формализованное описание функций каждой подсистемы и протоколы взаимодействия подсистем.



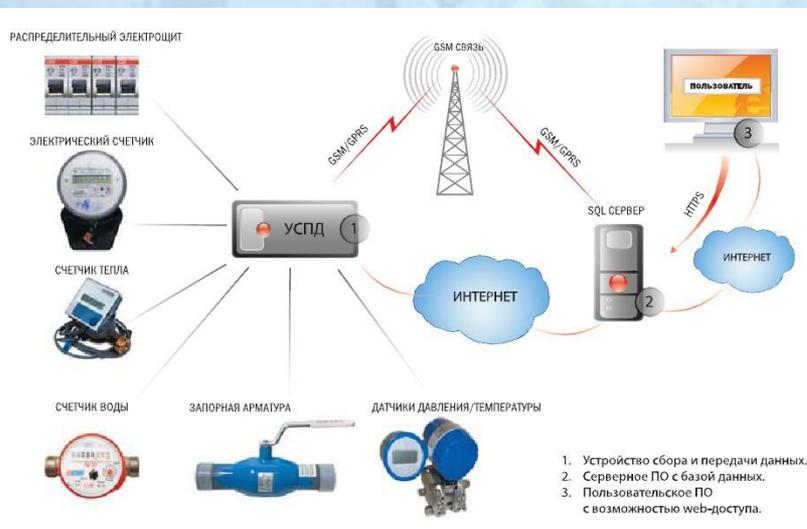
- **Организационная интеграция** состоит в организации рационального взаимодействия участников, управления на разных уровнях иерархии ИИЭС и разных локальных его подсистем, которые определяют согласование действий для достижения поставленных целей и согласованность управленческих решений.





## АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ (3)

- Информационная интеграция** предусматривает единый комплексный подход к созданию и ведению информационной базы энергетической метасистемы и ее компонентов на основе единого технологического процесса сбора, сохранения, передачи и обработки информации, которая обеспечивает согласованные информационные взаимодействия всех подсистем ИИЭС.

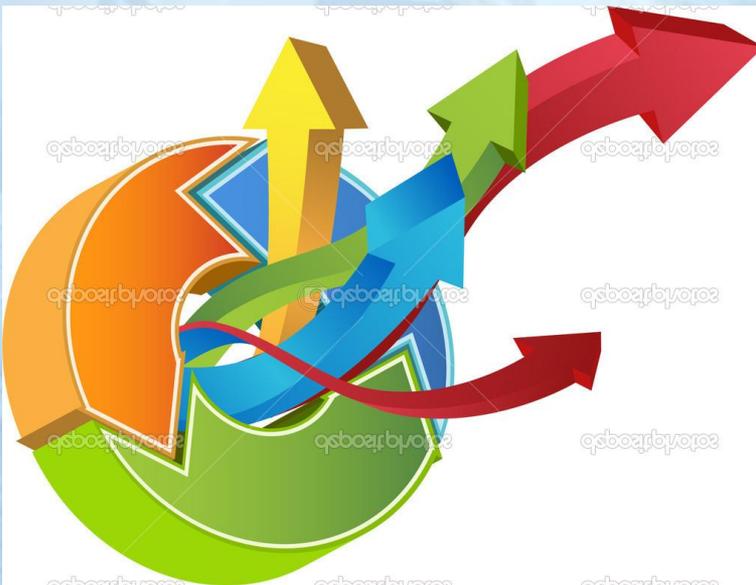
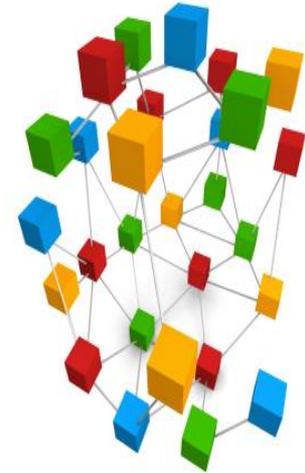


- Программная интеграция** заключается в использовании согласованного и взаимосвязанного комплекса моделей, алгоритмов и программ для обеспечения общего функционирования всех компонентов ИИЭС.



## АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ (4)

- **Экономическая интеграция** является обобщающим комплексным показателем интеграции энергетической метасистемы и состоит в обеспечении целенаправленного и согласованного функционирования всех систем ИИЭС для достижения наибольшей эффективности функционирования всей метасистемы.



- **Интеграция регуляторов** ориентированная на создание единой законодательной, нормативной, социальной системы правил по управлению развитием и функционированием ИИЭС, обеспечивающих безопасное, надежное, эффективное, качественное и доступное энергоснабжение потребителей



# ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

- Комплексное использование различных видов энергии
- Комплексное применение информационных технологий и телекоммуникаций
- Интеграция традиционных и нетрадиционных энергетических систем и процессов

Клиенто-ориентированная инфраструктура



- ❖ Повышение надежности и качества энергоснабжения энергетической и экономической эффективности систем



# Иерархия в интеграции энергетических систем

## Национальный уровень

Крупные электростанции, газовые месторождения, подземные хранилища газа, транспортные электрические и газовые сети



## Межрегиональный уровень

Источники энергии (ТЭЦ, ветропарки, фотоэлектрические комплексы и др.), распределительные электрические и магистральные тепловые сети

## Уровень городов и производственных агломераций

Распределительные электрические, тепловые и газовые сети, источники энергии, подключаемые к распределительным электрическим, тепловым и газовым сетям



# Интеграция на уровне генерации, распределения и потребления

## Традиционные системы

- Недостаточно оборудованы системами регулирования, автоматизации и дистанционного управления
- Контроль и управление разделены по разным системам, отсутствует координация и согласование принимаемых решений
- Недостаточное резервирование

## Интеллектуальные интегрированные энергетические системы (ИИЭС)

- Комплексное использование различных видов энергии
- Интегрированное применение информационных технологий и телекоммуникаций
- Интеграция традиционных и нетрадиционных энергетических систем и процессов

### Электроснабжение



### Теплоснабжение



### Электроснабжение



### Теплоснабжение



Значительные потери энергии

Завышенные материальные и финансовые расходы

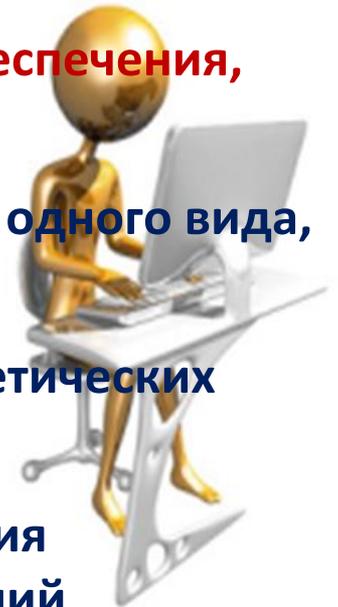
Повышение энергетической и экологической эффективности систем

Повышение надежности и качества



## ПРЕДПОСЫЛКИ ПЕРЕХОДА К НОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

- ❑ Формирование **новой парадигмы** развития энергетики, соответствующей постиндустриальному обществу
- ❑ **Адаптация потребителей** к рыночной неопределенности в развитии энергоснабжения
- ❑ **Адаптация самих энергетических систем** к неопределенности рыночных условий развития экономики
- ❑ Развитие **доступного рынка** технологий и оборудования
- ❑ Формирование высокого уровня **информационного обеспечения**, телекоммуникационных технологий
- ❑ **Ценовая дифференциация** производимой энергии (как одного вида, так и различных видов)
- ❑ **Инфраструктурная и территориальная общность** энергетических систем и их раздельное существование
- ❑ Повышение требований к **эффективности** использования энергоресурсов и ужесточение **экологических** требований





## ДРАЙВЕРЫ ИНТЕГРАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- **Новая технологическая парадигма** предполагает **повышение роли потребителей**, снижение приоритета централизованного управления и поиск компромиссных решений (изменение роли и места потребителей)
- **Активное развитие распределенной генерации энергии** (включая ВИЭ), конкурирующей с крупной генерацией
- **Появление новых технологий**, в частности, **«интернета вещей»** — информационной сети физических объектов («вещей») со встроенными технологиями взаимодействия, исключающей из действий и операций необходимость участия человека



## ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ПОСЫЛЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ

- **Единая цель** - создание комфортных условий труда и быта населения, эффективное содействие развитию экономики страны
- **Взаимодействие между системами** в нормальных и аварийных режимах функционирования
- **Взаимозаменяемость** первичных энергоресурсов и поставляемых энергоносителей
- **Формирование** интеллектуальной, информационной, телекоммуникационной **систем**
- **Относительная самостоятельность** систем, с **координированным их участием** в решении главной задачи, связанной с жизнеобеспечением социальной и экономической деятельности



## ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

- ❑ **Традиционные и современные технологии технологически интегрируют системы** электро- и тепло-/хладоснабжения городов и промышленных центров, локальных территорий
  - ТЭЦ – на стороне производства электроэнергии и тепла/холода
  - альтернативные приборы использования различных видов энергии у активных потребителей, управляющих собственным энергопотреблением
- ❑ В результате такой интеграции **необходимо совместное рассмотрение электрических, тепловых, газовых сетей, их взаимосвязанных режимов**, особенно аварийных, и управления этими режимами
- ❑ Развиваемая в мире концепция Smart Grid актуальна для России для систем электро- и тепло-/хладоснабжения городов и промышленных центров, локальных территорий, **требующих модернизации, реконструкции и** развития на основе инновационных технологий
- ❑ Становится **актуальным** применение распределенной генерации энергии, **идеологии виртуальной электростанции** применительно к **интегрированным** системам электро- и тепло-/хладоснабжения
- ❑ **Задача** создания и управления интегрированными системами в России только зарождается, а за рубежом уже получает развитие



# ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МИРЕ

**Масштабный европейский пилотный проект «Объединенные эффективные крупномасштабные интегрированные городские системы» (ОЭКИГС)**

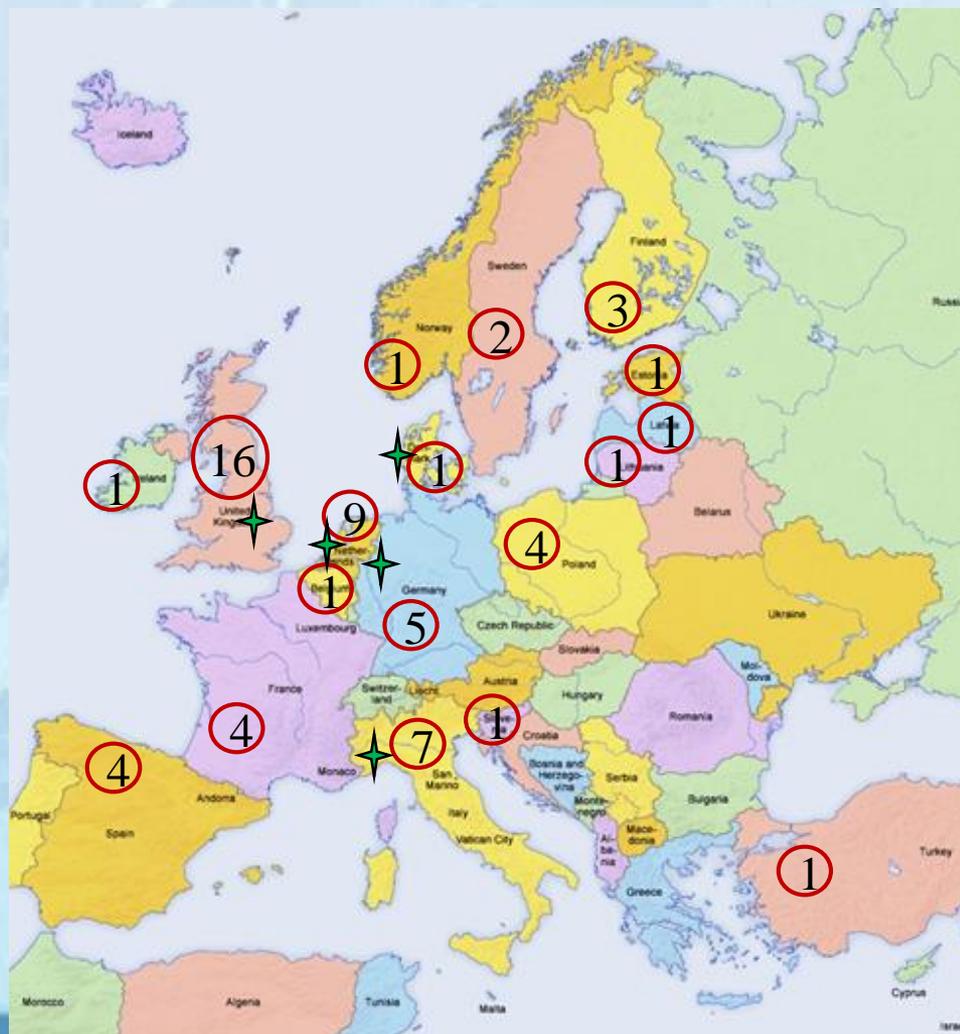
**включает**

**64 города из 18 стран.**

**Наиболее активно реализация ИИЭС осуществляется в 5 крупных городах: Кельн (Германия), Генуя (Италия), Гетеборг (Швеция), Лондон (Великобритания), Роттердам (Нидерланды).**

*В рамках программы предусматривается:*

- *Интеграция систем электро-, тепло-, хладоснабжения*
- *Интеллектуализация систем*
- *Использование традиционных, возобновляемых и вторичных энергоресурсов*
- *Создание централизованных тепловых хабов (узлов) с накопителями энергии.*
- *Строительство зданий с «умным потреблением» энергии и ее аккумулярованием для сглаживания пиковой нагрузки.*





## ЦЕЛЕВЫЕ ОРИЕНТИРЫ ИНТЕГРАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Обеспечение **активного участия потребителя**
- **Согласованное использование** различных способов выработки и хранения **различных форм энергии**
- Возможность создания новых продуктов, услуг и рынков
- Обеспечение **качества энергоснабжения**
- Комплексное **применение информационно-коммуникационных технологий**
- Оптимальное использование ресурсов и **обеспечение эффективной работы энергосистемы**
- Самовосстановление системы
- Устойчивость системы к внешним воздействиям



# Активный потребитель

**Активный потребитель** – потребитель, имеющий возможность оптимизировать график загрузки своих мощностей как с целью минимизации затрат на электроэнергию, так и с целью получения дохода от продажи энергии и мощности.



активный потребитель включает:

- **умный учет** энергоресурсов;
- **управление** энергопотреблением;
- **контроль** качества энергоснабжения и условий комфорта;
- **планирование** энергопотребления
- **интеллектуализацию** энергопотребления

## Мотивация активного поведения потребителя

**Рост числа технологий:** отопление, кондиционирование, электричество, системы охраны и безопасности, водоснабжение, рольставни, электрифицированные шторы и приводы окон, современное аудио- и видеоборудование, системы доставки информации, охранно-пожарной сигнализации и др.

**Рост объема информации,** сложность управления, ужесточение требований комфорта, стремление к ощущению своего присутствия в другом времени и пространстве

Реализация адаптивных функций активных потребителей достигается путем интеграции систем управления всеми видами нагрузок и распределенными генераторами энергии



Двухсторонняя связь между системами энергопотребления и сетью



# Энергетический хаб, интегрирующий системы энергоснабжения на стороне потребителя

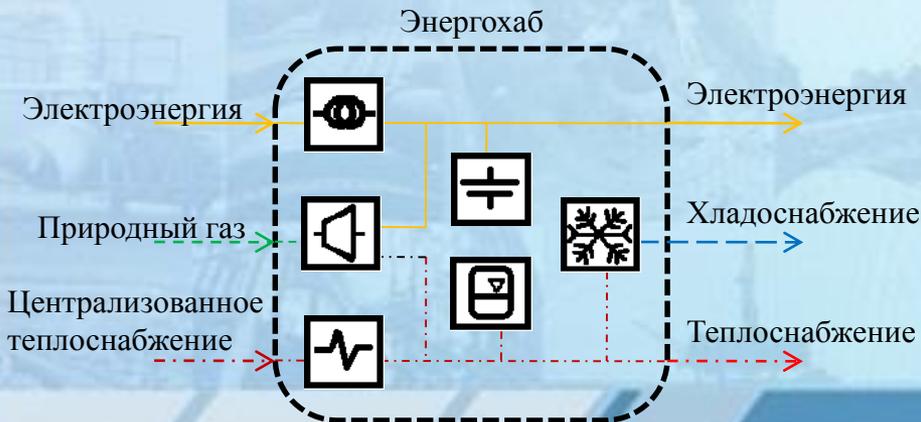
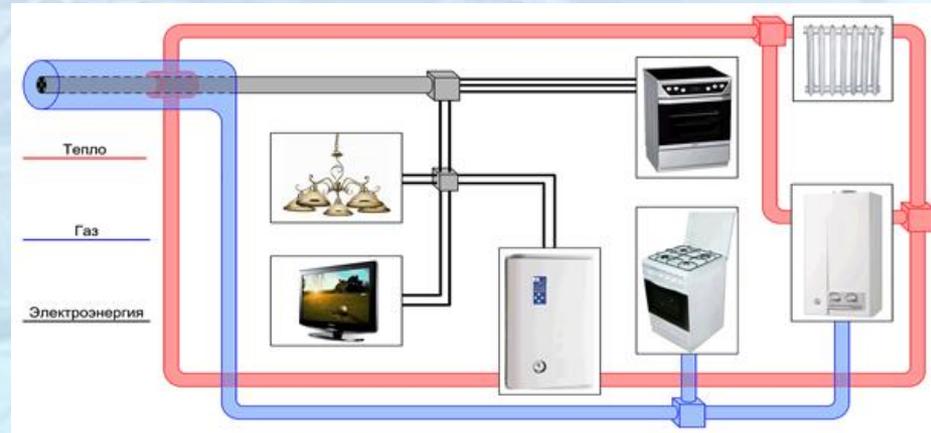
## Основные компоненты

- средства управления устройствами потребления и преобразования энергии
- центр управления, в котором собирается информация о внутреннем состоянии устройств энергетического хаба и о состоянии внешней среды (тариф на электроэнергию, прогноз погоды и др.)
- телекоммуникационные технологии (радиосвязь, компьютерная сеть и др.), связывающие различные устройства и центр управления и обеспечивающие управление энергетическим хабом

По количеству используемых и получаемых энергоресурсов возможно 4 вида энергохабов

Обеспечивает:

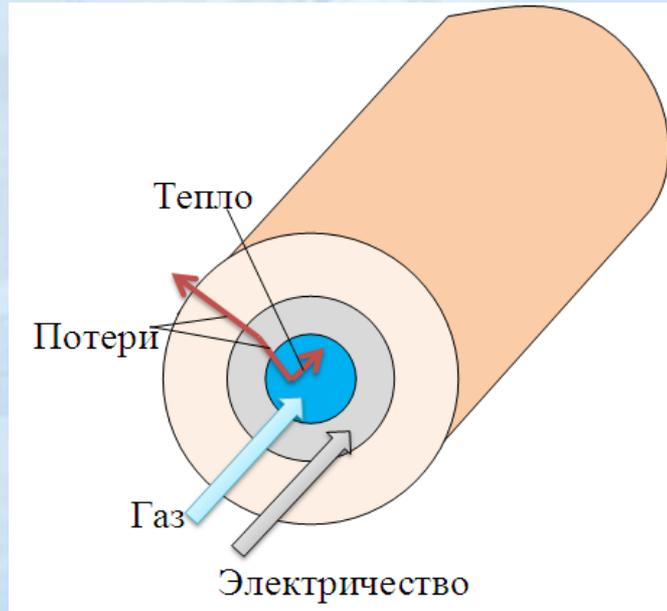
- сочетание различных энергоносителей
- создание многокомпонентных систем
- гибкое использование технологий преобразования и хранения энергии



1. Энергетический центр для преобразования, хранения и распределения различных видов энергии и энергоносителей
2. Интерфейс между энергетической инфраструктурой, потребителями и производителями



# Инновационные технологии транспорта энергоресурсов



Системы транспорта интегрированных систем должны обеспечивать эффективную транспортировку различных энергоносителей (электроэнергии, тепла, холода и т.п.)

*Интегрированная транспортировка различных энергоносителей в одном технологическом устройстве (различные конструкции подземных каналов, интегрированные проводники и другие устройства) используются потери в процессе транспортировки*



*Композитные трубопроводы, и проводники  
Сверхпроводящая кабельная линия*



# ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

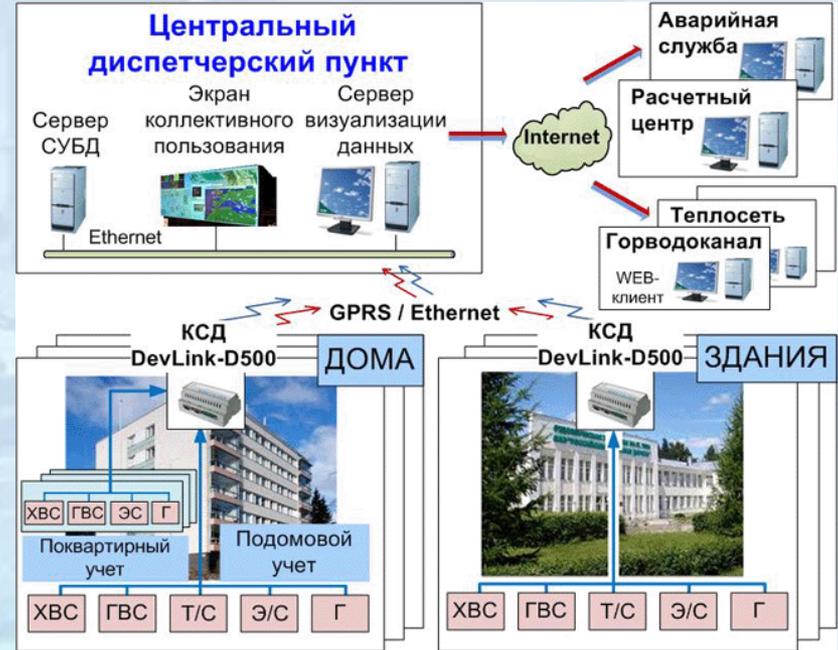
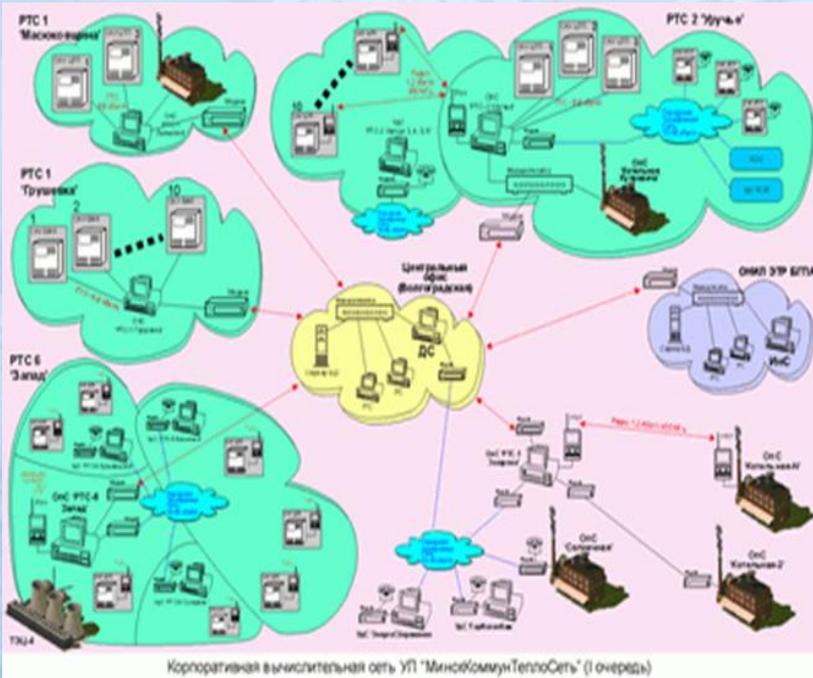
**Интеграция и интеллектуализация**

**включает:**

**Источники энергии (производство)**

**Сети (транспорт)**

**Активные потребители**



**Цель:**

**Организация скоординированного процесса развития и эксплуатации систем энергоснабжения, рассмотрение разнотипных энергетических систем в виде единой интегрированной системы энергоснабжения**

**создание клиенто-ориентированной инфраструктуры**



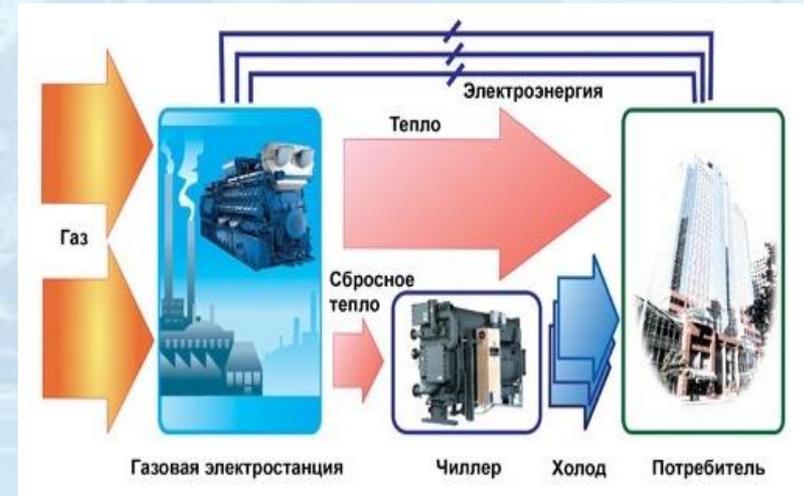
# ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Организация скоординированного процесса развития и эксплуатации систем

## Единство систем:

- технологических
- телекоммуникационных
- информационных
- кибернетических

## Ключевые компоненты



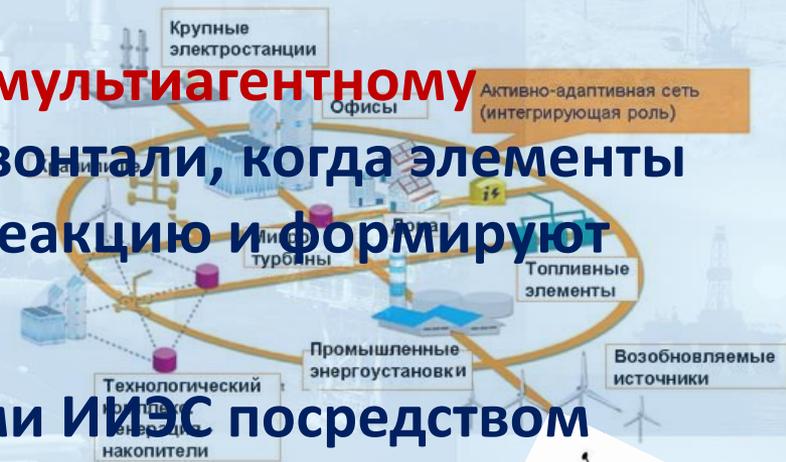
создание клиенто-ориентированной инфраструктуры





# ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ (2)

- ❑ **От иерархического управления к мультиагентному управлению** (от вертикали к горизонтали, когда элементы через агентов определяют свою реакцию и формируют поведение )
- ❑ **Интеграция управления режимами ИИЭС посредством сетевой (распределенной) координации**
- ❑ **Высокая степень самоорганизации по формированию пространственной, временной, информационной и функциональной структуры интегрированной системы**
- ❑ **Распределение ответственности за обеспечение безопасности жизнедеятельности между всеми элементами интегрированной системы**





# Инновационный стиль построения ИИЭС (новая энерготехнологическая конструкция)



## многомерная структура



## МНОГОКОМПОНЕНТНОСТЬ



**гибкое использование технологий преобразования, транспорта, хранения энергии и активного потребителя**



# АРХИТЕКТУРА ИИЭС (1)

- **Сетевая модель** технологической метасистемы и системы управления

- **Ячеистая структура**

распределённой сети самостоятельно порождающая и формирующая путь энергоснабжения

- **Симметричная (многонаправленная) схема** энергоснабжения с распределенными по множеству узлов переменными потоками из системы и в систему

- **Горизонтальное построение** с ослаблением вертикальных связей и высоко адаптивными свойствами



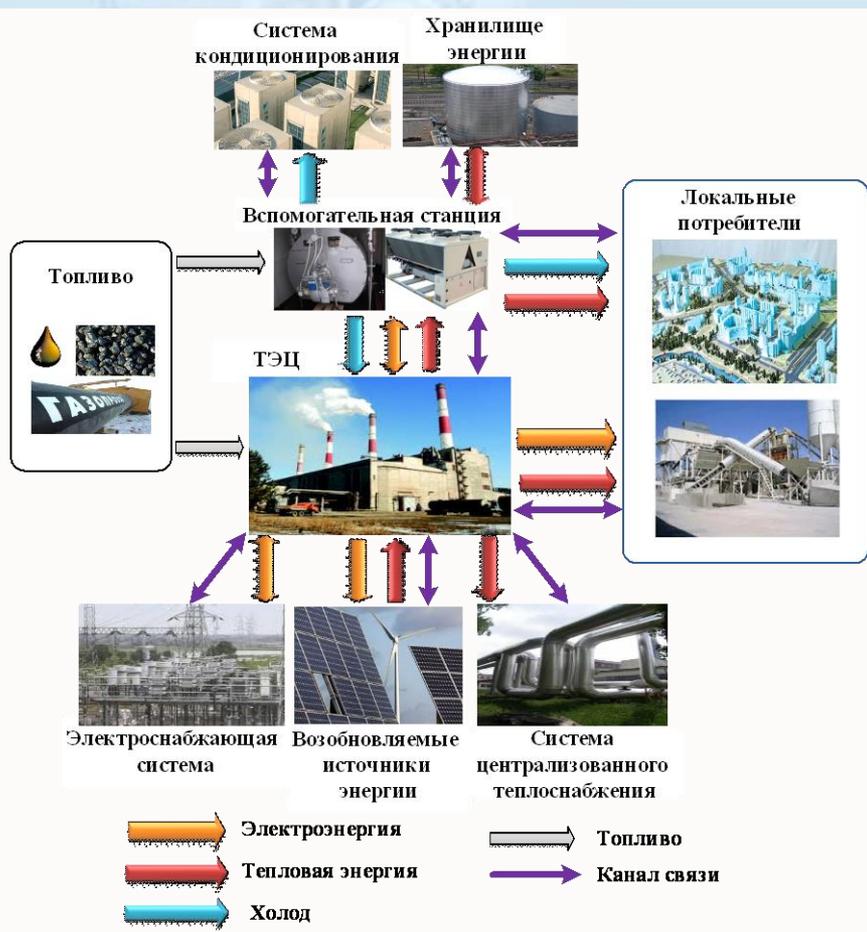
*Технологическая структура*







# ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ



*Свойства интегрированной системы*

**Гибкость** – адаптация под текущий уровень потребления энергии

**Интеллект** – способность системы реагировать на запросы потребителей

**Интеграция** – вписывание в городскую инфраструктуру

**Эффективность** – соответствовать требованиям энергетической эффективности

**Конкурентоспособность** – быть экономически эффективными

**Надежность** – удовлетворять растущий спрос на энергию, быть устойчивой к авариям

**Интероперабельность** – способность ИИЭС, подсистем и их элементов к обмену энергией, информацией для получения наибольшей выгоды

**Особенности**

- **Высокий уровень объединения и самоорганизации**
- **Взаимодополнение в выполнении общей задачи**
- **Единство и самостоятельность**
- **Многокомпонентность**



## ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ ИХ РЕШЕНИЕ



две составляющие интеллекта (разума):

- запас знаний
- способность к логическим рассуждениям

Отсюда вытекают две основные задачи при создании интегрированных интеллектуальных энергетических систем:

- моделирование знаний (разработка методов формализации знаний для ввода их в компьютерную память в качестве базы знаний);
- моделирование рассуждений (создание компьютерных программ, имитирующих логику человеческого мышления при решении разнообразных задач)



# «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТЬ» МЕТАСИСТЕМЫ

**«Интеллектуальность»**, основой которой является агентно-ориентированная парадигма, когда каждый потребитель, получая информацию через своих интеллектуальных агентов обо всех других участниках процесса энергоснабжения, оценивает свою роль в этом процессе, формирует свое поведение и осуществляет его реализацию. Это обеспечивает эффективное функционирование системы, ее самовосстановление и самоадаптацию к внешним и внутренним воздействиям





## ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ, ЧТО ИМЕЕМ ?



- Обеспечение новых функциональных свойств в результате использования и обработки информации и повышения роли управления
- Информационные связи становятся фактором интегрирующим системы
- Переход к управлению энергетической системой в режиме реального времени
- Использование интеллектуальной техники и технологий (мультиагентность, адаптивность, самоорганизация и т.п.)



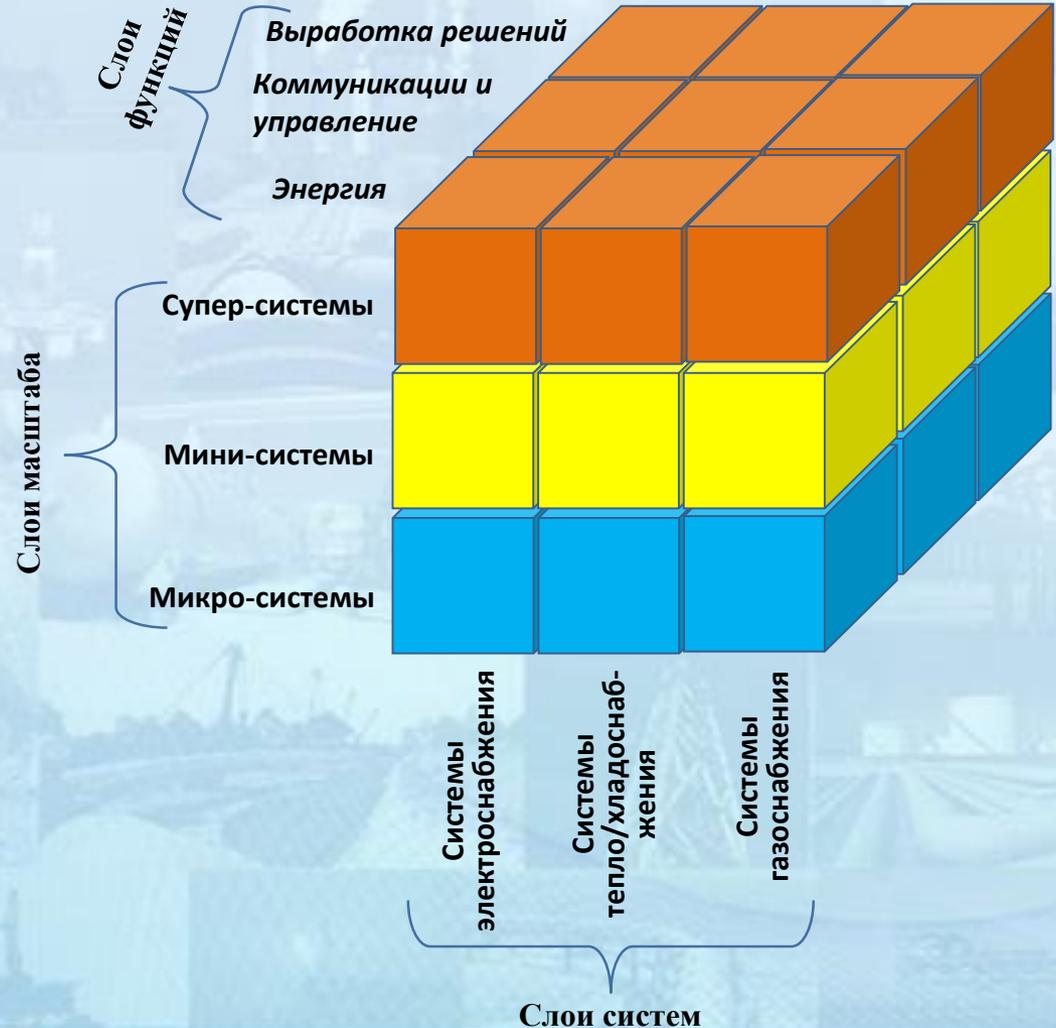
# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

## Выделяются три группы функциональных слоев

Слой систем (системы электро-, тепло/холодо- и газоснабжения)

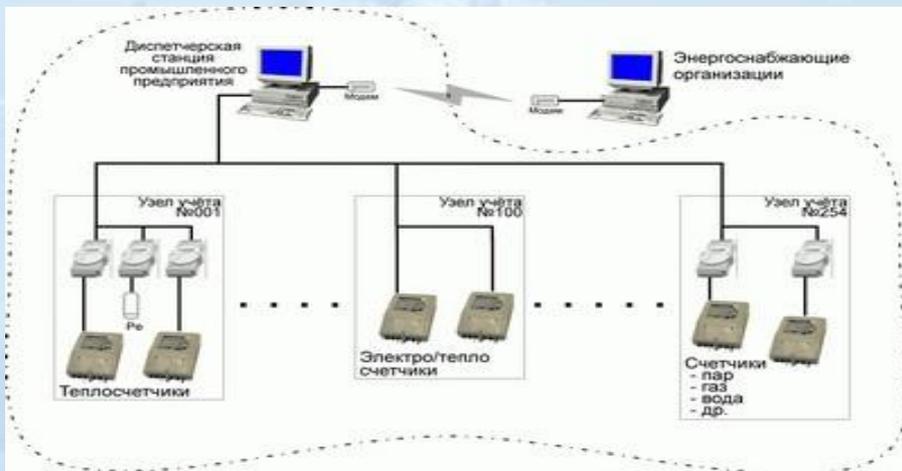
Слой масштаба (супер-, мини-, микро системы)

Слой функций (энергетические, коммуникаций и управления, выработки решений)

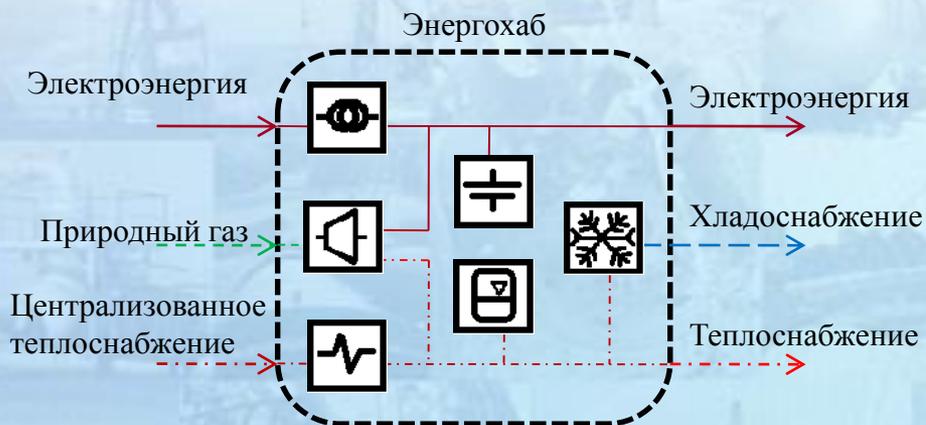




# Проблемы моделирования и управления

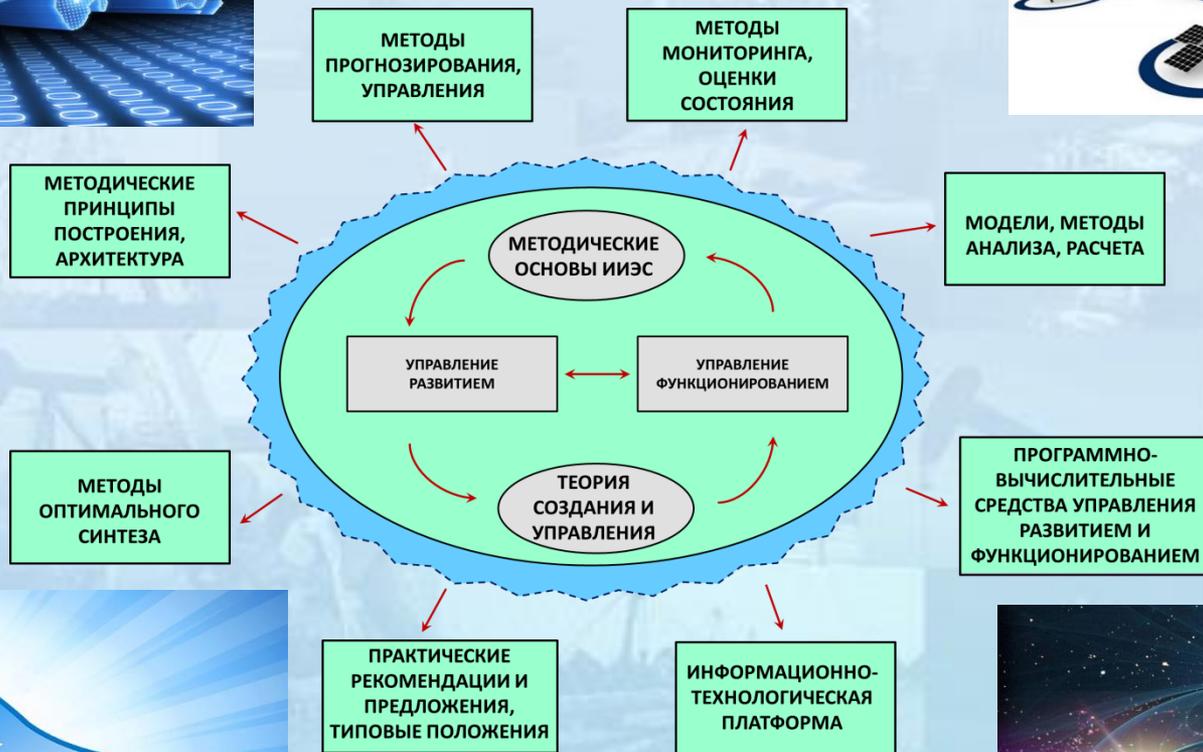


- **Согласование общей цели с множеством целевых установок по системам**
- **Межсистемная распределенность и множество центров принятия решения**
- **Выработки и реализации оптимальной стратегии в целом и по системам в частности**
- **Разрешение межсистемных конфликтов**
- **Согласование интересов поставщиков и потребителей**
- **Проблема координации множества центров принятия решений**
- **Проблема сопряжения иерархических уровней в каждой системе и горизонтальных связей между системами**





# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ





## ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ (1)

- **Разработка технологических принципов построения интегрированных систем энергоснабжения в сочетании с интеллектуальными средствами и системами управления ими**
- **Формирование технических решений по технологическим схемам источников энергии, транспортным комплексам систем энергоснабжения**
- **Разработка методических и технологических основ создания интеллектуальных систем управления энергоснабжением городов и промышленных центров**
- **Разработка методов мониторинга состояния оборудования и режимов его работы в системах энергоснабжения**



## ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ (2)

- **Разработка моделей и методов для расчета и анализа систем электро-, тепло-/холодо- и газоснабжения**
- **Разработка методов и программных комплексов нового поколения для расчета и оптимизации интегрированных систем энергоснабжения и их элементов**
- **Разработка универсальных информационно-вычислительных технологий для компьютерного моделирования, расчета и оптимизации интегрированных интеллектуальных систем энергоснабжения**
- **Подготовка практических рекомендаций и предложений по созданию интегрированных интеллектуальных систем электро-, тепло-/холодо- и газоснабжения потребителей**



# Инновационные технологии

- **Модельно-технологическая структура метасистемы** в виде интегрированной системы электро-, тепло- и хладоснабжения с активными потребителями
- Технологические системы и **устройства для интеграции и управления** интегрированными системами
- **Комплекс устройств для интеграции** активных потребителей и распределенной генерации в интегрированные энергетические системы
- **Методическое обеспечение** для интеграции и управления интегрированными интеллектуальными энергетическими системами
- **Информационно-программная платформа** для управления и мониторинга интегрированных интеллектуальных систем



# СОВМЕСТНОЕ РАССМОТРЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРО И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В М/Р НОВО-ЛЕНИНО В ИРКУТСКЕ

## Исследования в области ИИСЭ

- Концепция интегрированных интеллектуальных систем электро- и теплоснабжения с активными потребителями и координированного управления режимами этих систем
- Комплекс задач по формированию методической и технологической базы для перехода к интеллектуальным интегрированным системам энергоснабжения городов
- Комплекс задач по управлению режимами интеллектуальных интегрированных систем энергоснабжения городов
- Информационно-вычислительная платформа для моделирования, анализа и управления режимами интеллектуальных интегрированных систем энергоснабжения городов
- Методы координации суточных режимов систем энергоснабжения и активных потребителей

## Методическое обеспечение и инструментальные средства

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Теория гидравлических и электрических цепей</li><li>• Математическое программирование и оптимизация</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Численный анализ</li><li>• Теория графов</li><li>• Теория вероятности</li><li>• Теория игр</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• ПО для графического и математического моделирования систем энергоснабжения</li><li>• Математическое ПО</li><li>• Базы данных</li></ul> |
|---|--|--|





# Методика проведения вычислительного эксперимента

- 1 Подготовка схем тепловой и электрической сетей
- 2 Расчет потокораспределения в теплоснабжающей системе
- 3 Оценка допустимости режима
- 4 Определение потребителей, необеспеченных тепловой нагрузкой, и объема недополученного тепла
- 5 Определение трансформаторных подстанций, которые снабжают электроэнергией этих потребителей
- 6 Распределение мощности между трансформаторами
- 7 Расчет потокораспределения в системе электроснабжения
- 8 Оценка допустимости режима
- 9 Определение списка перегруженных трансформаторов и возможностей покрытия дополнительной нагрузки

Теплоцентра

Оптимальная нагрузка

ИСТОЧНИКОВ

ЭК - «АЛТОВАР»

ЭК - «НОВО-ТЕХНИК»

«ВСУ»



# РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНОГО РАССМОТРЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ М/Р НОВО-ЛЕНИНО

Непокрытый прирост нагрузки – до 34%  
Число перегруженных ТП – до 47%



№	Приращение нагрузки на ТП, кВт		Коэффициент загрузки трансформаторов	
	Требуемое (Рт)	Допустимое (Рд)	Исходный	После прироста нагрузки
1	860,50	740	0.39	1.4
2	1000,00	600	0.34	1.24
3	627,9	350	0.77	1.36
4	3413,5	800	0.86	1.34
5	817,1	700	0.8	1.39
6	2005,1	500	0.77	1.42
7	1664,8	1000	0.47	1.31
8	1891,8	700	0.37	1.34
Рт-Рд=6890				

№	Суммарный прирост нагрузки			Число перегруженных ТП	
	Суммарный, кВт	Непокрытый, кВт	% к суммарной нагрузке	Общее	% к общему числу задействованных ТП
1	48313,953	16480	34	9	47
2	28860,465	6890	24	8	44

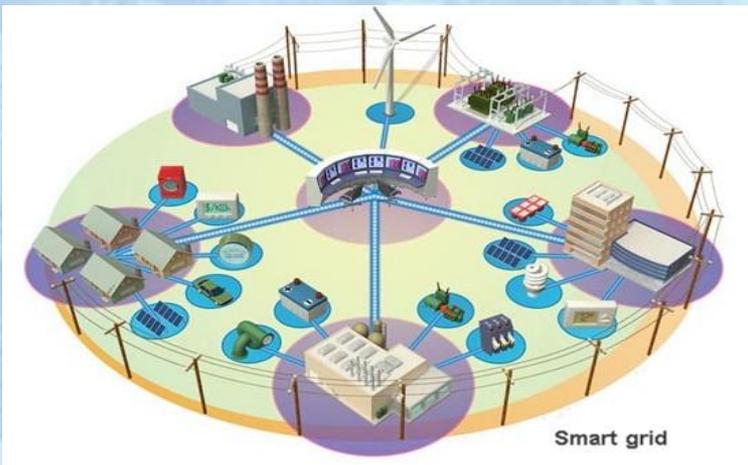
## ВЫВОДЫ:

- Отмечается**
  - Сильная технологическая взаимосвязь между системами
- Необходимы**
  - Единая информационно-вычислительная платформа;
  - Совместное решение задач управления развитием и функционированием



# Что дает интеграция и интеллектуализация ?

- открытость – возможность интеграции в систему любых видов генерации и систем потребления, технологий и решений
- клиентоориентированность
- on-line мониторинг и управление
- радикальное повышение адаптивности ИИЭС и за счет этого обеспечения устойчивости и живучести системы





## ВЫВОДЫ (1)

- **Традиционно** интеграция систем электро-, тепло и газоснабжения рассматривалась **на уровне источников** электроэнергии и тепла – ТЭЦ
- Необходимость совместного рассмотрения систем электро-, тепло-/хладо и газоснабжения возникла после **появления альтернативных возможностей для потребителей** в выборе приборов использования энергии (например, энергетический хаб)
- Новые возможности интеграции систем энергоснабжения появились в связи с развитием **идеологии Smart Grid, Smart Metering, Интернета «вещей»** и других интеллектуальных технологий и оборудования
- **Выполнены некоторые проработки по анализу интегрированных систем** энергоснабжения с учетом активности потребителей, использования накопителей энергии, современных информационно-коммуникационных технологий и др.



## ВЫВОДЫ (2)

В УСЛОВИЯХ НОВЫХ ВЫЗОВОВ ЭНЕРГЕТИКА НАХОДИТСЯ НА ЭТАПЕ **СМЕНЫ СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ**

**ПЕРЕХОД К НОВЫМ СТРУКТУРАМ В ВИДЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ,** ОБЪЕДИНЯЮЩИХ САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРО-, ТЕПЛО-, ХЛАДО-, ГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ДР., ПОСТРОЕННЫХ ПО МУЛЬТИАГЕНТНОМУ ПРИНЦИПУ ОБЕСПЕЧИТ НОВЫЙ ИМПУЛЬС РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ УДОВЛЕТВОРЕНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ТРЕБОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧИВАЕТ СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ПОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ СВОЙСТВ**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА БУДУЩЕГО РАССМАТРИВАЕТСЯ ПОДОБНОЙ ИНТЕРНЕТ ИНФРАСТРУКТУРЕ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНТЕРНЕТ)**

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ ВАЖНЕЙШЕЙ ПРОБЛЕМОЙ, **ТРЕБУЮЩЕЙ ПРОВЕДЕНИЯ АКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**



***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!***