



ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ – БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Генеральный директор
Института энергетической стратегии
д.т.н., проф. Бушуев В.В.

Конференция «ТРАВЕК», г. Москва, 08.11.2017 г.

Эргатическая система = человеко-машинная
энергоинформационная система производства
и жизнедеятельности



Идейная
составляющая

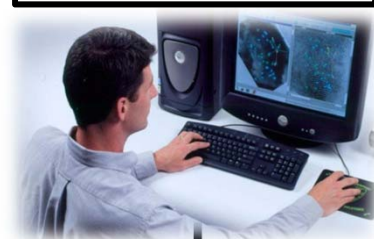


Информационная
сеть

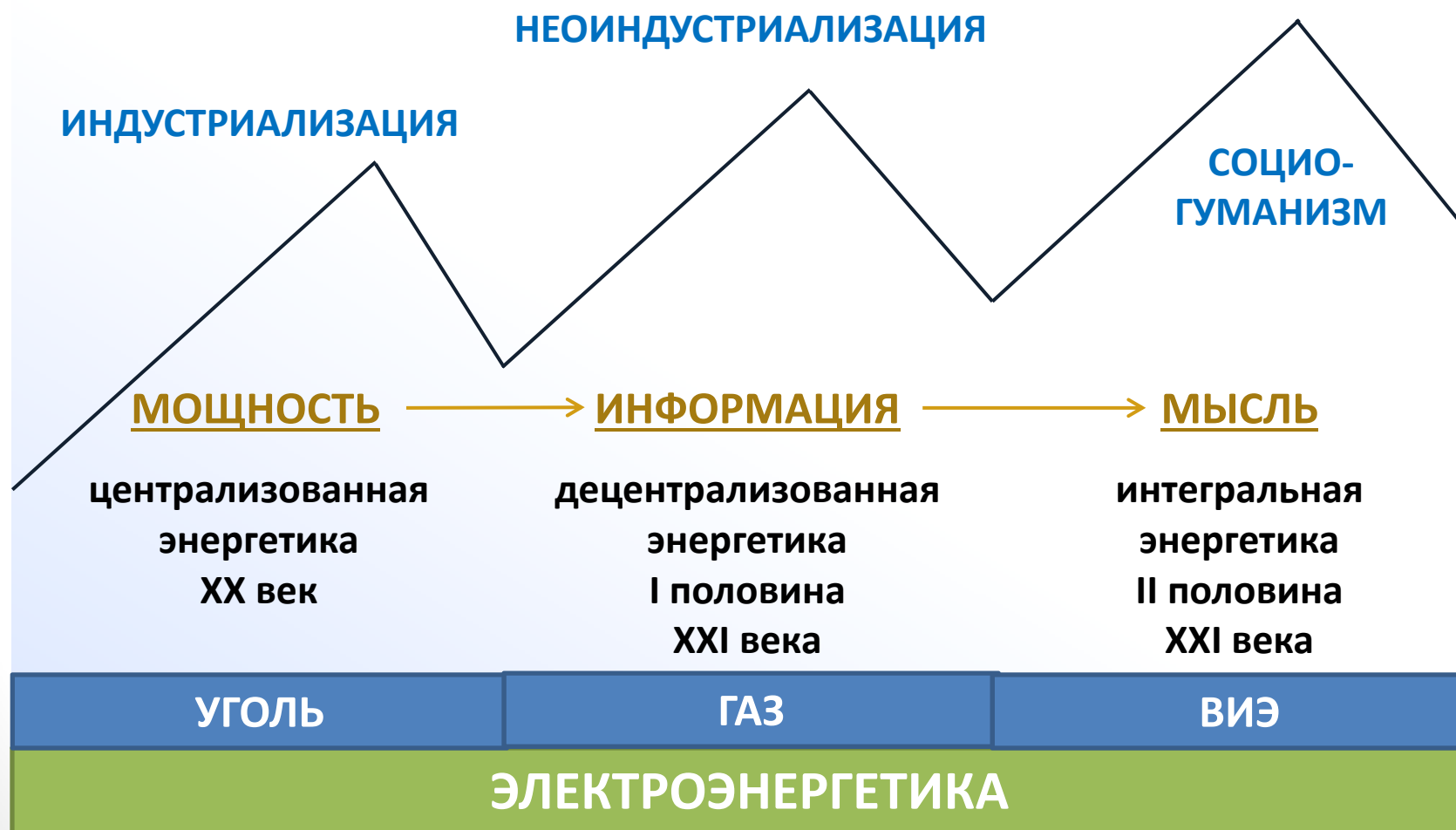


Энергетическая
инфраструктура

Оператор



ЭВОЛЮЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ



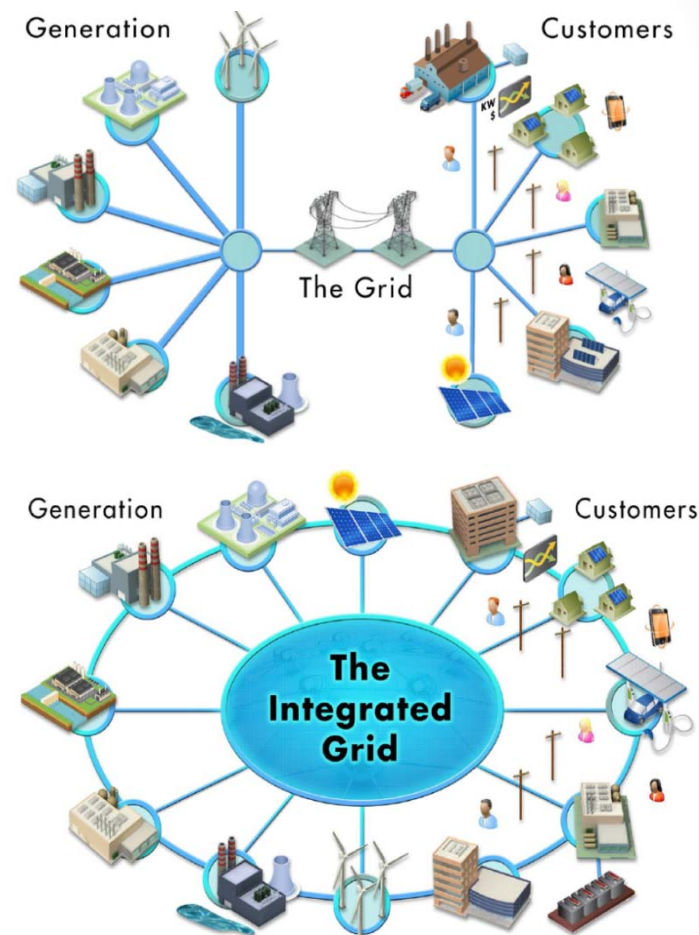
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ



- ✓ Количественный и качественный рост энергопотребления
- ✓ Новый электрический мир
- ✓ Новая техника генерации (ВИЭ) и транспорта (УВЛ и СПИН)
- ✓ Энерго-информационная интеграция электрических систем
- ✓ Глобализация и регионализация энергетики
- ✓ Эргатические системы

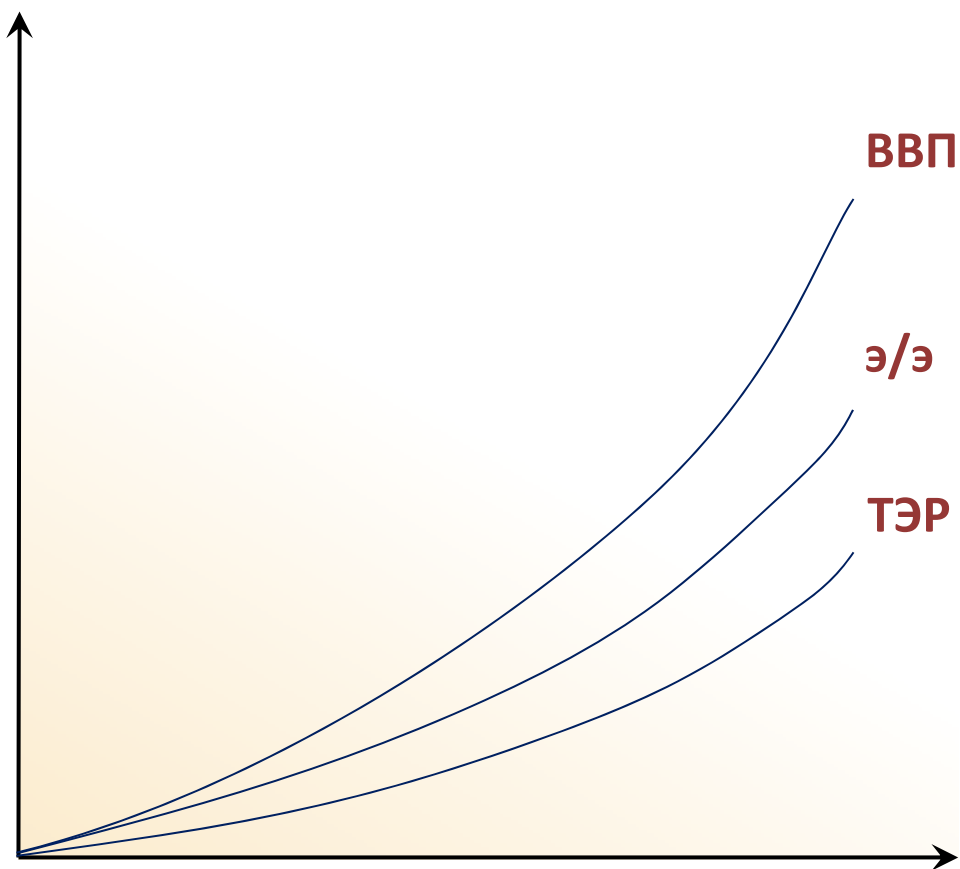


Стратегия ЕС
3x20 – 2020 г.
900/600/300 – 2030 г.
Декарбонизация – 2050 г.



**Новая парадигма развития энергосистем –
интегратор многообразия потребителей и производителей электрической энергии**

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ



универсальность

- услуги

устойчивость

- удобство

управляемость

- «умность»

НОВЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МИР



✓ электрификация потребителя



- **электрификация быта** (электрическое отопление, освещение, приготовления пищи, системы комфорта)
- **электрификация транспорта** (железнодорожный, городской общественный электротранспорт, электромобили)
- **электрификация социальной сферы** (эл. освещение, эл. приборы в медицине, эл. снабжение спортивных и культурно-деловых центров), **промышленности** (СВЧ, электро-импульсная обработка материалов), **строительства и сельского хозяйства**

✓ от «розеточной технологии» к сетевым аккумуляторам

✓ «умный дом» (АСКУ) + автономные источники + интеграция систем водо-, тепло-, газо- и электроснабжения

МНОГОУКЛАДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА



Доля топливной углеводородной энергетики		от 72 % ↓ до 53 %
АЭС		от 11 % ↑ до 22 %
ВИЭ		от 0,2 % ↑ до 8,4 %
ГЭС		от 16 % ↓ до 15,6 %
Доля новых энергоисточников		от 0 % ↑ до 7 %

НОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ



Топливные элементы

Электро-химические источники тока

Энергия гидросферы

Энергия литосферы

(геотермальная энергия, нагревание за счет глубинного тепла земли)

Энергия аэросферы

(смерчи и цунами)

Энергия ионосферы

(статический консенсус)

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЕЭС РОССИИ



ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ



Переход к энергетическим системам нового поколения по 4-м основным направлениям:

1. Сочетание концентрированной и распределенной генерации

3. Развитие технологий накопления электроэнергии в энергосистеме

2. Развитие технологий гибких связей межсистемного энергообъединения

4. Создание систем управления энергосистемой («умная энергосистема»)

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ



Экономически более выгодна, но жесткой структурой невозможно управлять

ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ



Иногда более надежна, удобна и эффективна, но ведет к конфликту составляющих энергетической сети

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Необходима **SoS**-интеграция

"золотая пропорция"

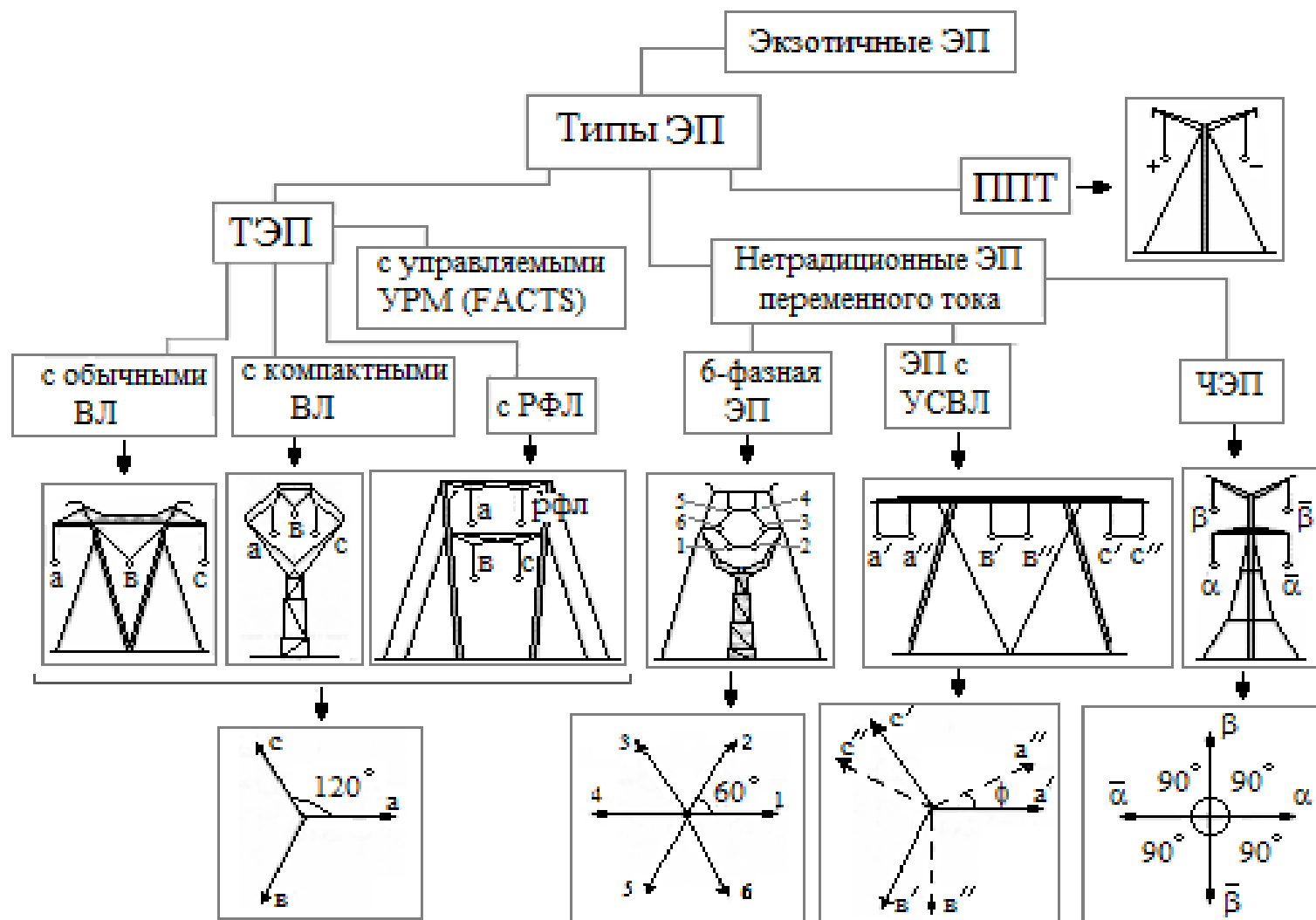


Централизация / децентрализация систем

0,62:0,38 – для концентрированной нагрузки (> 40 кВт на кв.км.)

0,38:0,62 – для распределенной нагрузки (< 10 кВт на кв.км.)

КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ



«ЭКЗОТИЧНЫЕ» ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

✓ Электронные (пучковые)

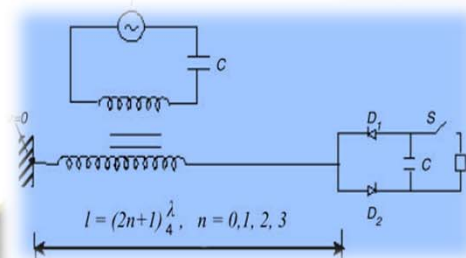


✓ Волноводные (микроволновые)



✓ Антенные (в том числе космическая беспроводная)

✓ Резонансные (однофазные)



✓ Гиперпроводящие

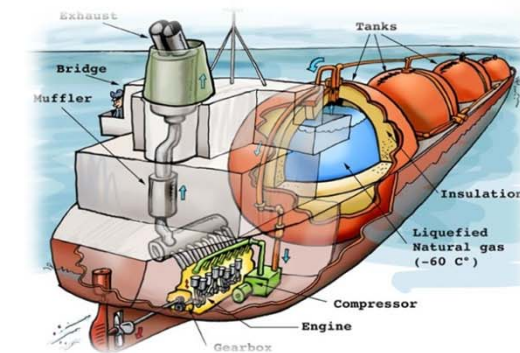
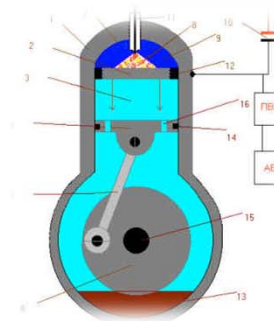


✓ Сжижение углеводородов и танкерный транспорт

✓ Транспорт скрытой энергии

✓ Водно-энергетические коммуникации

✓ Трансформация видов энергоносителей и комплексное управление транспортно-энергетическими коммуникациями



ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЙ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ



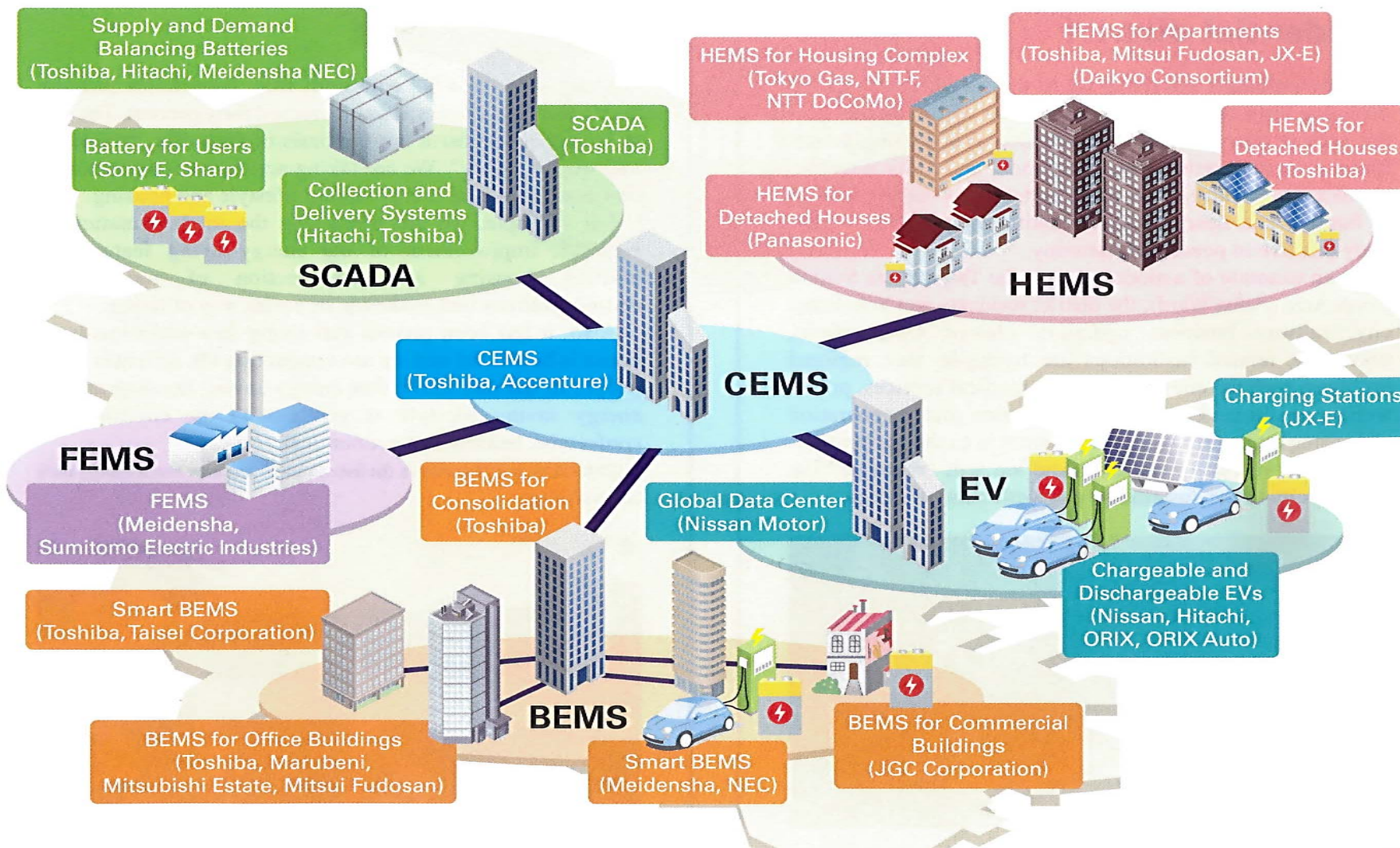
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ BESS (СНЭ) в ЭЭС



Накопитель на подстанции	<ul style="list-style-type: none">• Мощность: 1-20 МВт• Время разряда: 2-6 часов
Накопитель в распределительной сети	<ul style="list-style-type: none">• Мощность: 25-200 кВт• Время разряда: 2-4 часа
Накопитель для применения совместно с ВИЭ	<ul style="list-style-type: none">• Мощность: 1-100 МВт• Время разряда: от секунд до 15 минут
Накопитель энергии в коммерческих / промышленных помещениях потребителей	<ul style="list-style-type: none">• Мощность: от 10 кВт до нескольких МВт• Разряд: 2-4 часа
Накопитель энергии для жилых помещениях потребителей	<ul style="list-style-type: none">• Мощность: 1-10 кВт• Разряд: 2-4 часа

- ✓ Управление максимальной нагрузкой
- ✓ Резервная мощность / работа ЭЭС в изолированном режиме
- ✓ Регулирование напряжения / регулирование реактивной мощности
- ✓ Регулирование частоты
- ✓ Рынок мощности
- ✓ Накопление энергии
- ✓ Сглаживание резких колебаний мощности / Поддержка линейного изменения мощности ВЭС и СЭС
- ✓ Интеграция электротранспорта
- ✓ Обеспечение участия потребителя в «Управлении Спросом»

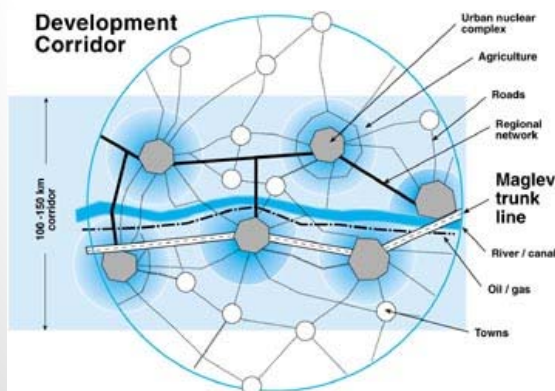
ΜΕΓΑΠΡΟΕΚΤ «Yokohama Smart City Project»



ИНФРАСТРУКТУРНАЯ СЕТЬ ЕВРАЗИИ



«Энергоинфраструктурные коридоры развития» - СИСТЕМА СИСТЕМ интеграции



«Энергоинфраструктурные коридоры развития»

система комплексных инфраструктурных связей, объединяющих как физическую инфраструктуру (авто- и железные дороги, нефте- и газопроводы, ЛЭП и пр.), так и инновационно-институциональную инфраструктуру (зоны свободного движения товаров, услуг и технологий)

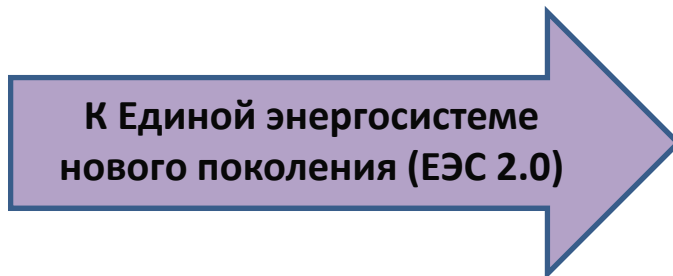
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КЛАСТЕРЫ В СТРУКТУРЕ ЕНЭС



ОТ ЕЭС 1.0 К ЕЭС 2.0



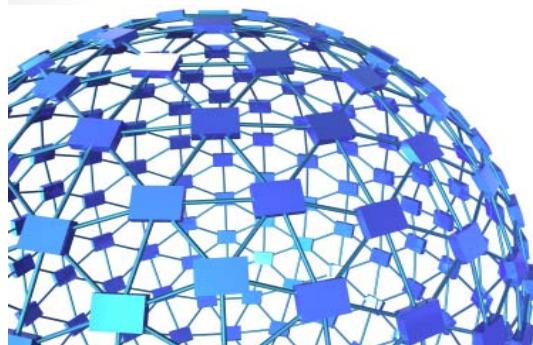
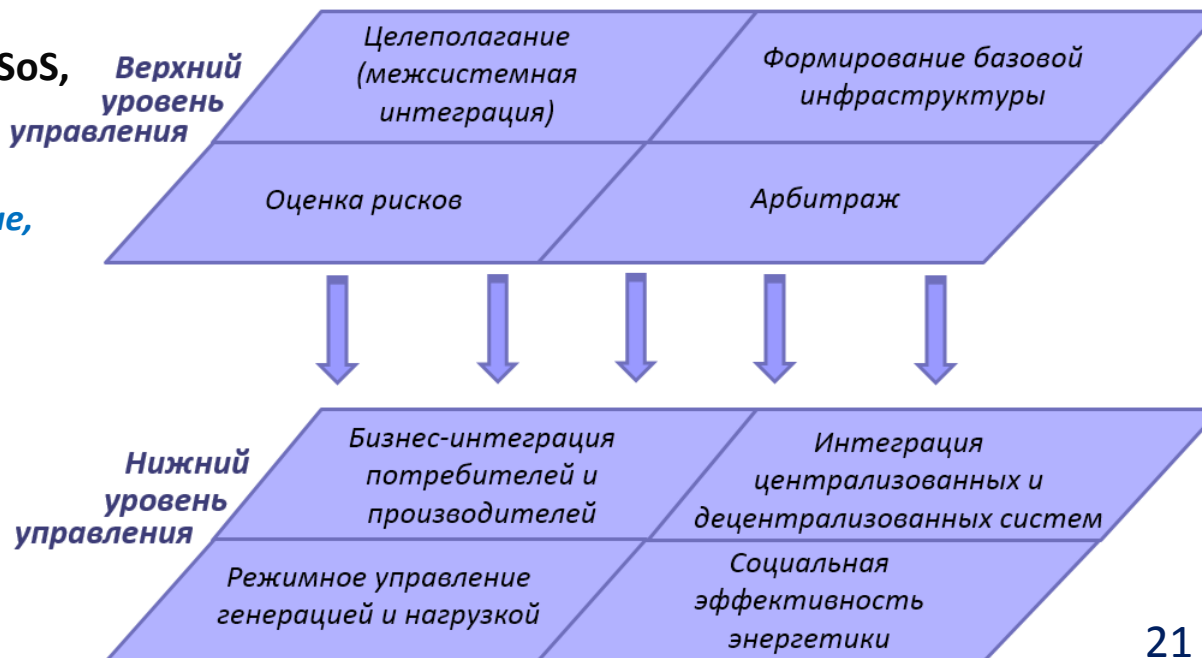
ЕЭС 1.0



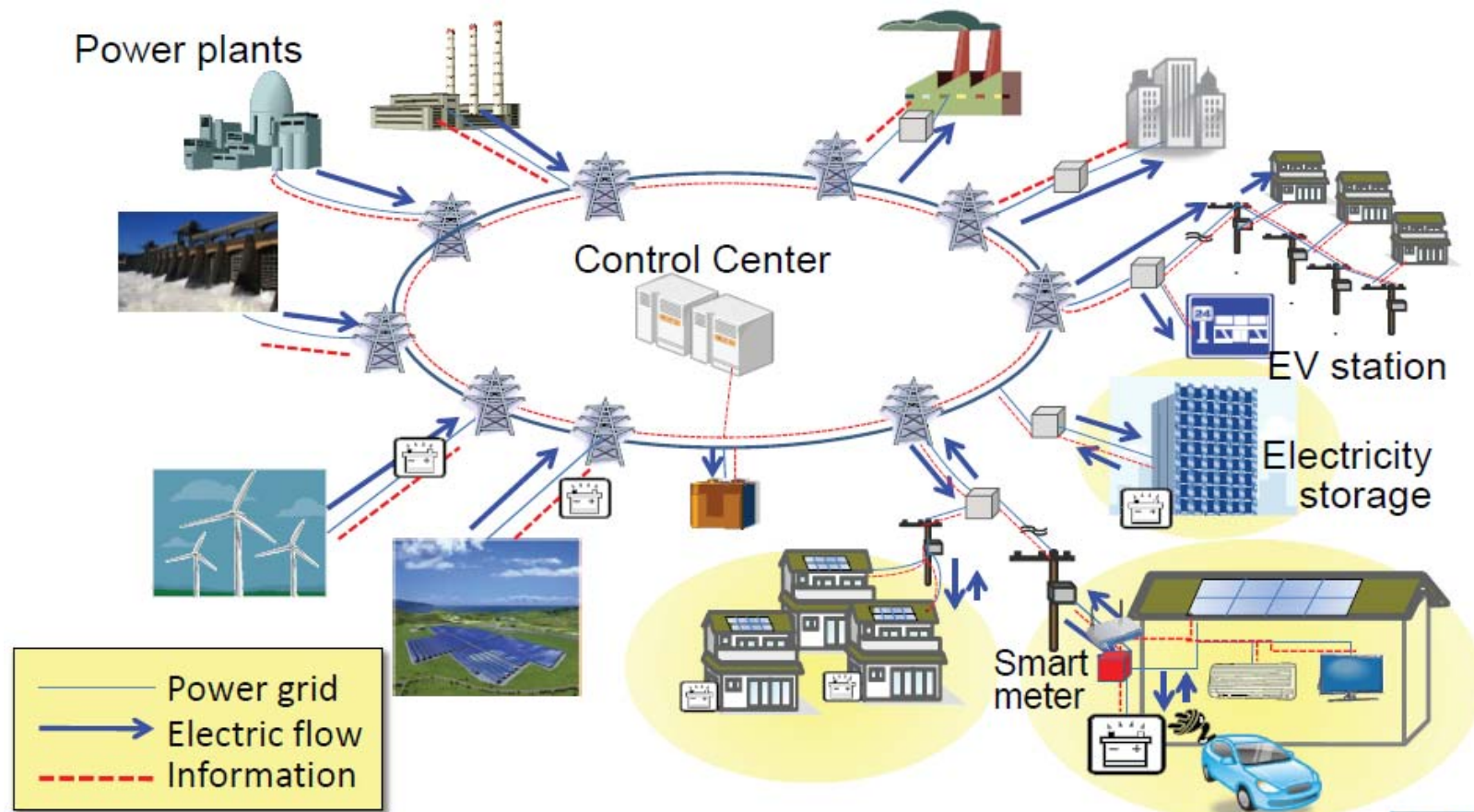
ЕЭС 2.0

Мультиагентное интеллектуальное управление

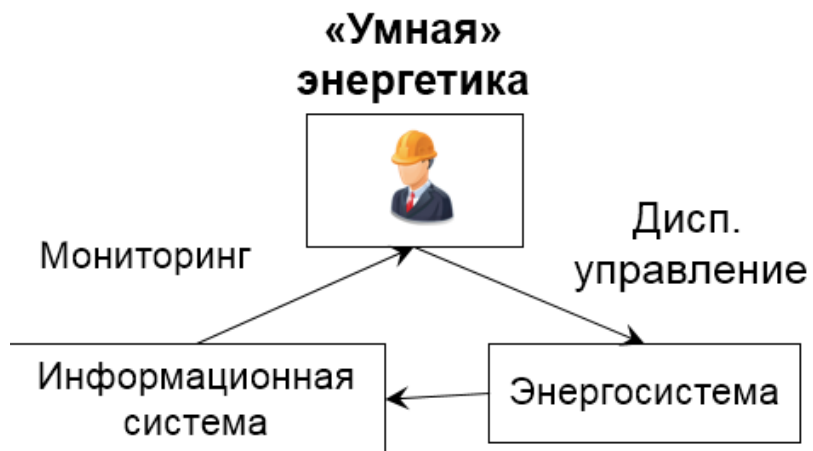
ЕЭС 2.0 – энергоинформационная SoS, объединяющая физические и инфраструктурные (институциональные, информационные, рыночные, нормативные) связи



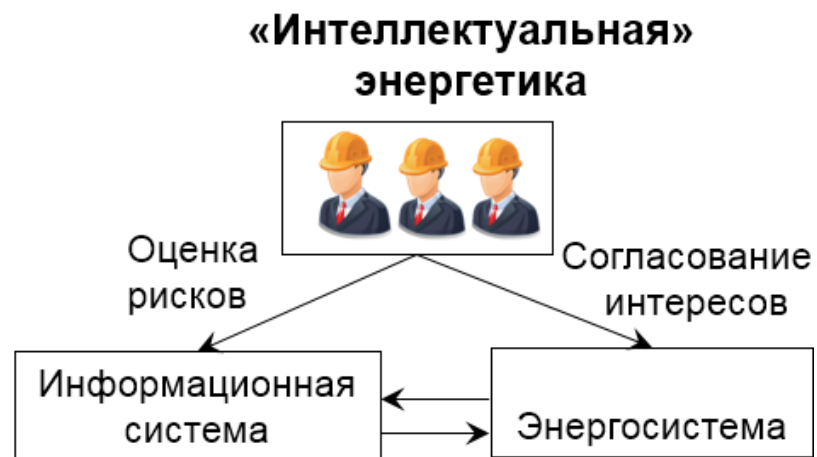
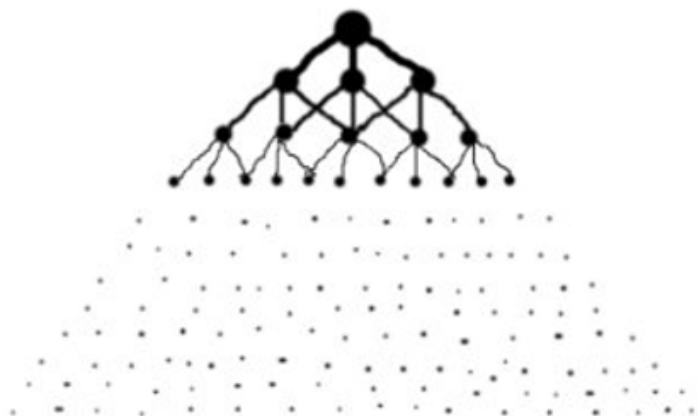
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ – SMART GRID



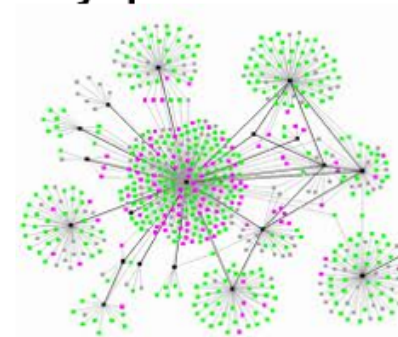
«УМНАЯ» И «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ» ЭНЕРГОСИСТЕМА



Иерархическое управление



Мультиагентное управление

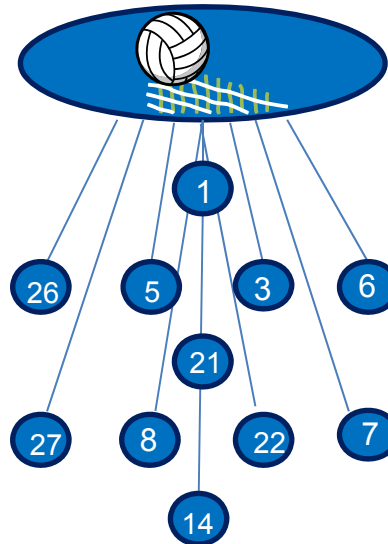


Эргатическая система

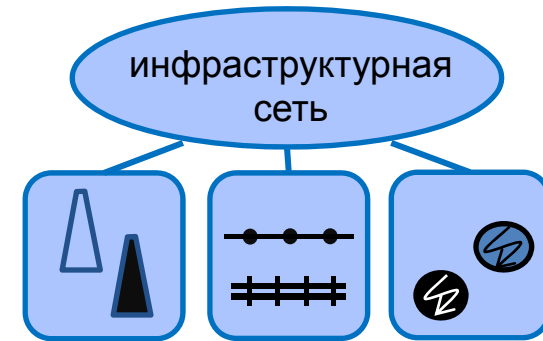
СЕТЦЕНТРИЗМ – ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МУЛЬТИАГЕНТОВ



дольмены



футбольная команда



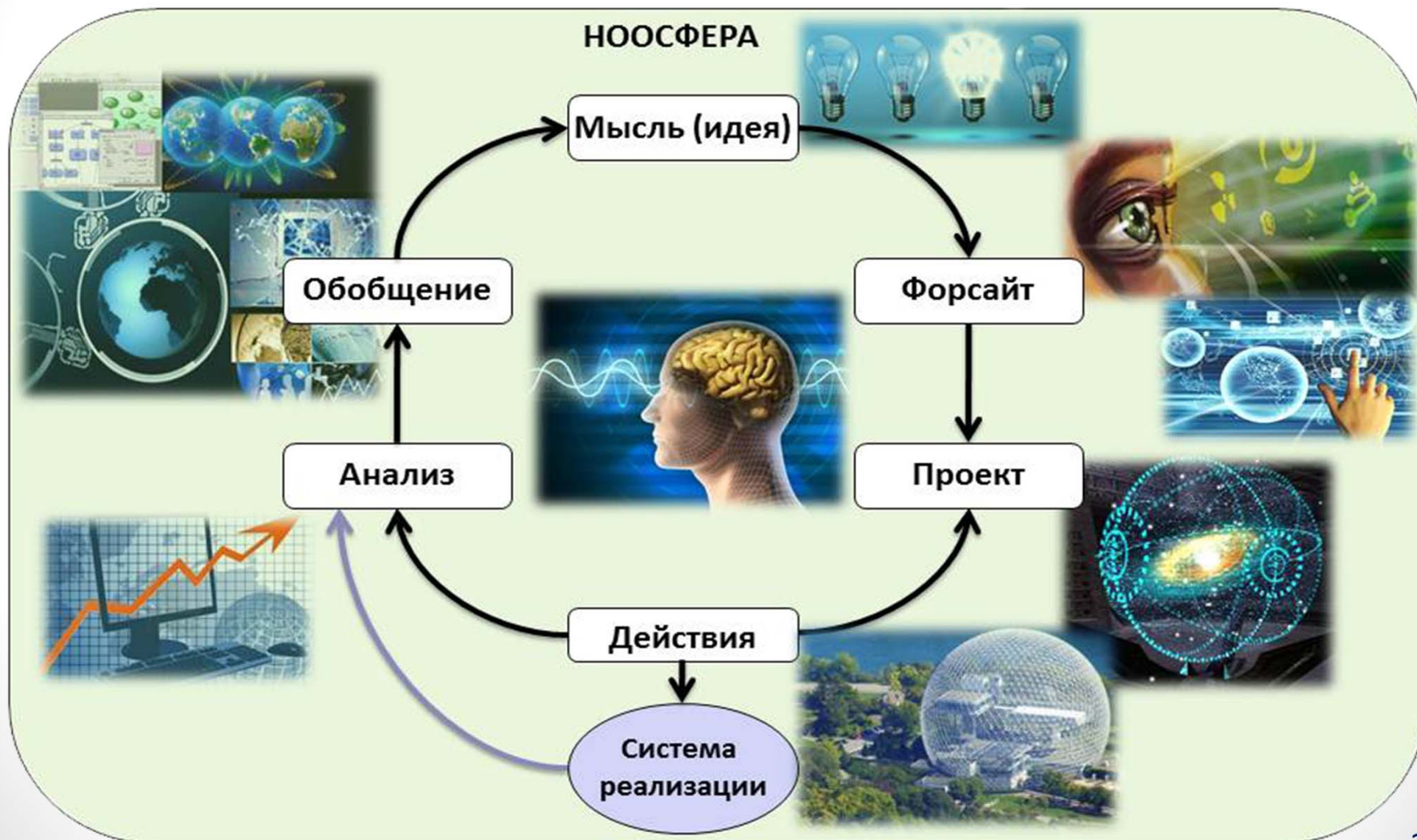
ТЭК

Механическое
соединение

Замысел

Инфраструктура

АЛГОРИТМ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ



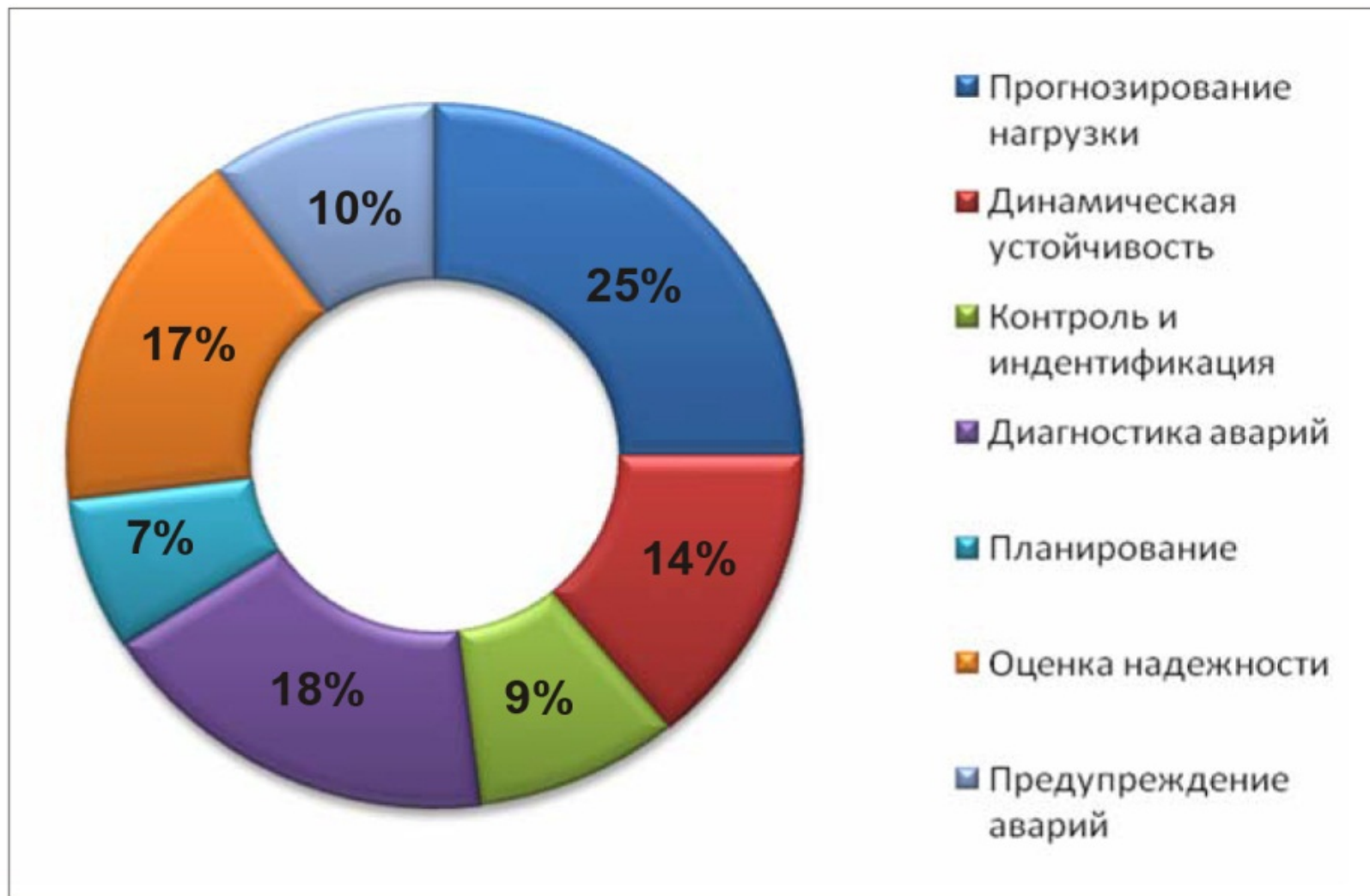
НЕЙРОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (НМ) ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



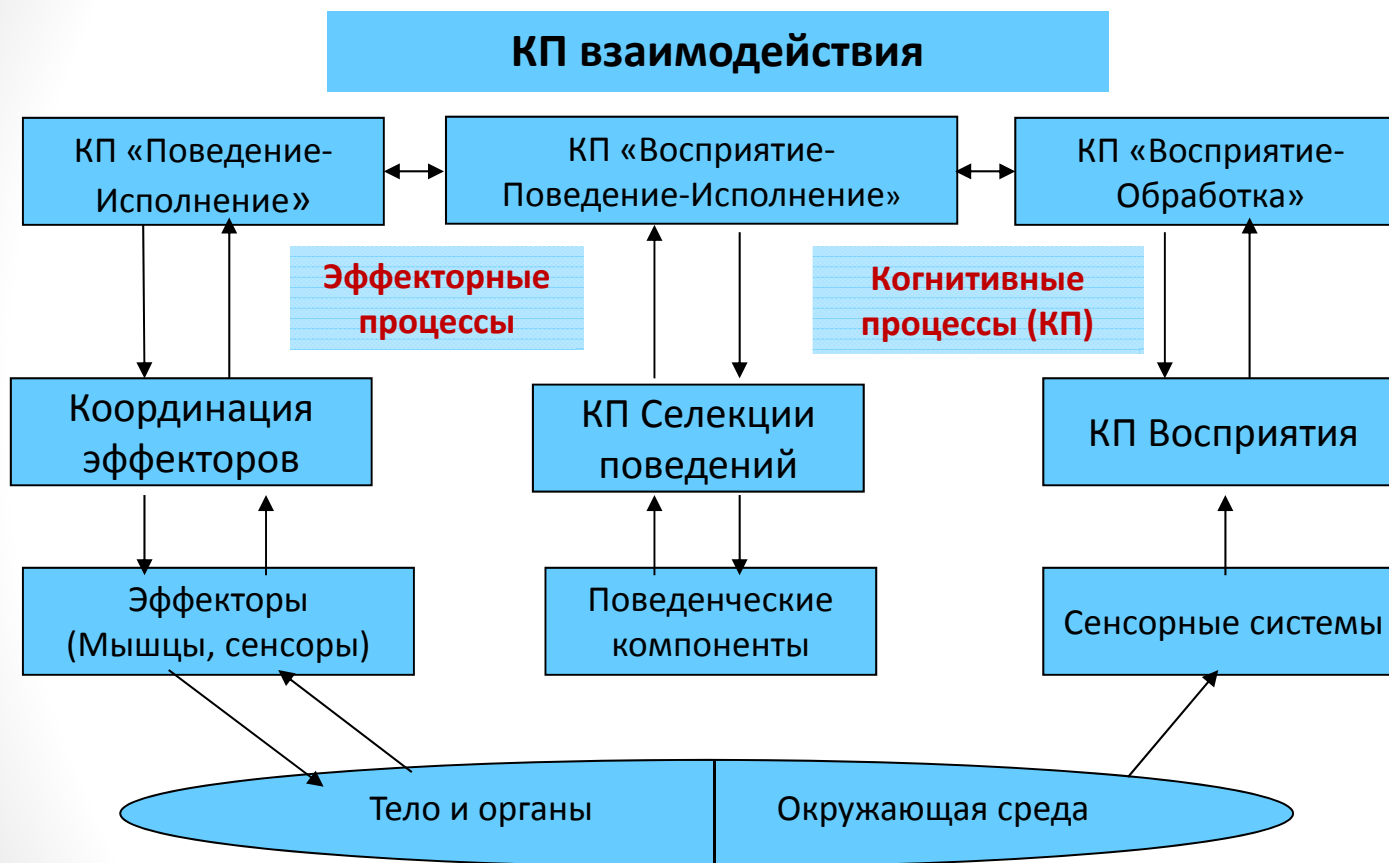
Нейронная сеть, как и человеческий мозг,
способна к решению большого количества разноплановых задач



ПРИМЕНЕНИЕ НМ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ



ПРОЦЕССЫ КОГНИТИВНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ



Три уровня:

- когнитивных функций
- отношений
- Процессов

Три компонента

- восприятия
- селекции поведения
- исполнения

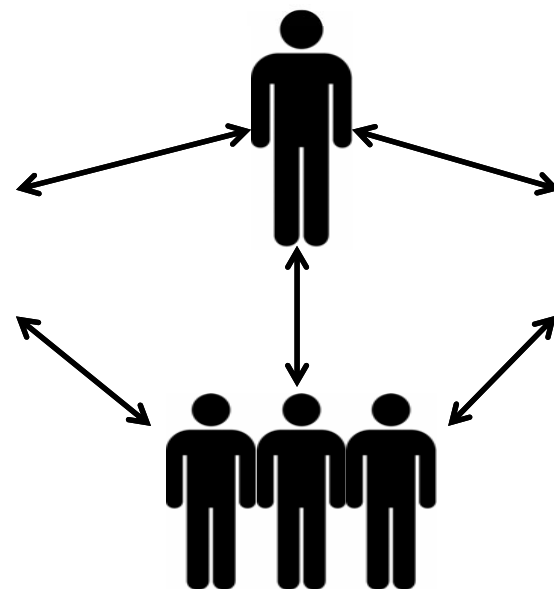
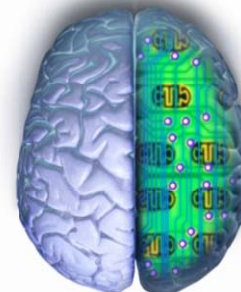
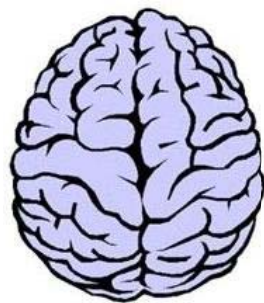
Связность компонент

- процессы взаимодействия

ПРОЦЕССЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ



ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОЦИОРАЗУМНОЙ СРЕДЕ



Результат изменения мира представляет собой совокупность всех материальных, энергетических и информационных преобразований



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

www.energystrategy.ru