



**ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ  
им. Н.В. Парахина»  
Кафедра «Электроснабжение»**

**Определения. Цели, задачи  
энергосистем. Ограничения.  
Методология развития. Противоречия**

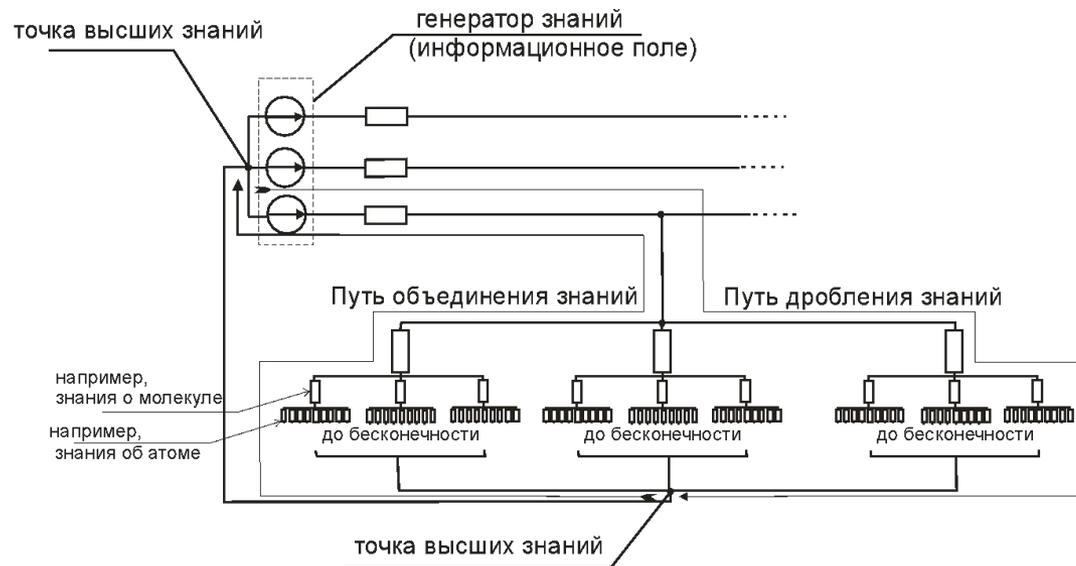
Докладчик: заведующий кафедрой  
«Электроснабжение» Орел ГАУ, ген. директор ООО  
«Информационно-энергетический центр «АВПС-  
Инновация», к.т.н., доцент  
Александр Владимирович Виноградов

**Орел-2016**



# Подход к обучению:

- **Цель курса** – расширить кругозор, ознакомить с современным уровнем техники, технологии, персонала систем электроснабжения (в первую очередь распределительных электрических сетей), методами оптимизации функционирования и эксплуатации систем электроснабжения, перспективными направлениями развития отрасли энергетики, способствовать формированию творческого подхода к делу, повышение коммуникативных навыков, формирование аналитического мышления. Формирование системы работы с инновациями в компании.
- **Подход к обучению** - основан на применении закона знаний который гласит, что, познавая, человек должен двигаться одновременно в двух направлениях, первое из которых – дробление, а второе – объединение. Движение только по одному пути ведет к непониманию мира:





## Основные определения:

- **Энергия** - общая количественная мера различных форм движения материи. В физике различным физическим процессам соответствует тот или иной вид энергии: механическая, тепловая, электромагнитная, гравитационная, ядерная и т. д. Вследствие существования закона сохранения энергии *понятие энергии связывает воедино все явления природы:*
- $E = m \cdot c^2$ , т.о.:  $m = E/c^2$ ;  $c = \sqrt{E/m}$
- **Электрификация** – широкое внедрение в народное хозяйство электрической энергии, вырабатываемой централизованно на электростанциях, объединенных линиями электропередачи в энергосистемы. Электрификация позволяет правильно использовать природные энергетические ресурсы, более эффективно размещать производительные силы, механизировать и автоматизировать производство, увеличивать производительность труда.



## Основные определения:

- **Энергетика** - ..1) *энергетическая наука* - наука о закономерностях процессов и явлений, прямо или косвенно связанных с получением, преобразованием, передачей, распределением и использованием различных видов энергии, о совершенствовании методов прогнозирования и эксплуатации энергетических систем, повышении КПД энергетических установок и уменьшении их экологического влияния на природу...2) *Энергосистема* - топливно-энергетический комплекс страны, область народного хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии. Ведущая область энергетики - электроэнергетика. В энергосистему входят системы электроэнергетические, снабжения различными видами топлива (продукцией нефтедобывающей, газовой, угольной, торфяной и сланцевой промышленности), ядерной энергетики, обычно объединяемые в масштабах страны в Единую энергетическую систему.



## Основные определения:

- **Электроэнергетика** - раздел энергетики, обеспечивающий электрификацию страны и включающий совокупность производственных и других объектов, непосредственно используемых в процессе производства, передачи и сбыта электроэнергии, и комплекс возникающих экономических и иных взаимоотношений. Субъекты электроэнергетики — лица, осуществляющие деятельность в сфере электроэнергетики, включая производство, поставку электрической энергии, энергоснабжение потребителей, предоставление услуг по передаче и сбыту электроэнергии, оперативно-диспетчерскому управлению, организации купли—продажи и коммерческому учёту электроэнергии.
- **Электроснабжение** -совокупность мероприятий по обеспечению электроэнергией различных ее потребителей. Комплекс инженерных сооружений, осуществляющих задачи электроснабжения, называется *системой электроснабжения*.
- В **систему электроснабжения** входят источники питания, повышающие и понижающие электрические подстанции, питающие распределительные электрические сети, различные вспомогательные устройства и сооружения.



# Цели и задачи энергетики

**Цель человечества** – «плодиться и размножаться» занимая все новые пространства, приспособливаясь и приспособливая, обеспечивая таким образом выживаемость вида, максимально используя и развивая интеллектуальный ресурс.

**Цель энергетики (человеческой)** в глобальном отношении – обеспечивать бесперебойно необходимые для выживания, жизни и развития человечества процессы достаточным количеством энергии, в том числе электрической.

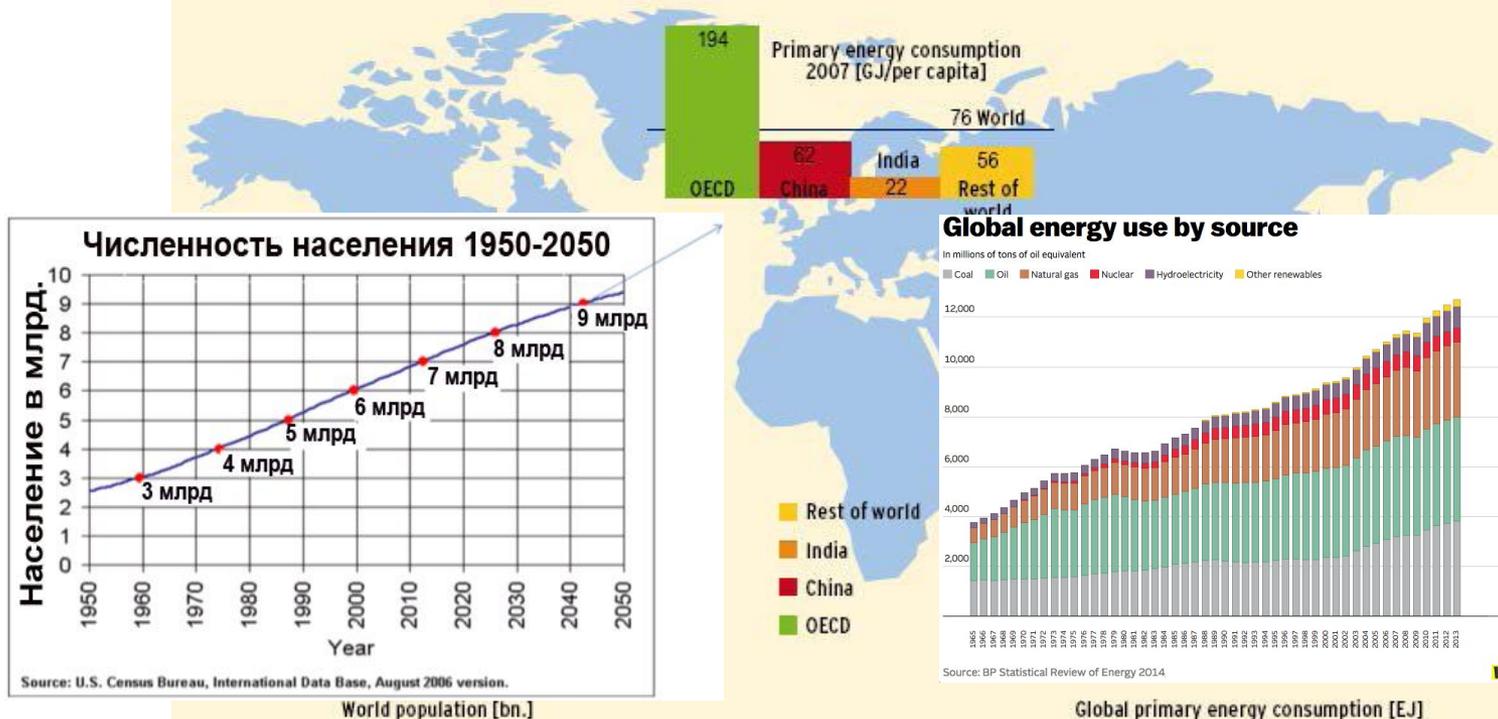




# Цели и задачи энергетики, систем электроснабжения

Развитие человечества выражается в увеличении количества людей и в увеличении продолжительности их жизни. За последние сто лет срок жизни в энергетически обеспеченных странах вырос более чем в 2,5 раза.

## Соотношение числа жителей и потребления энергии

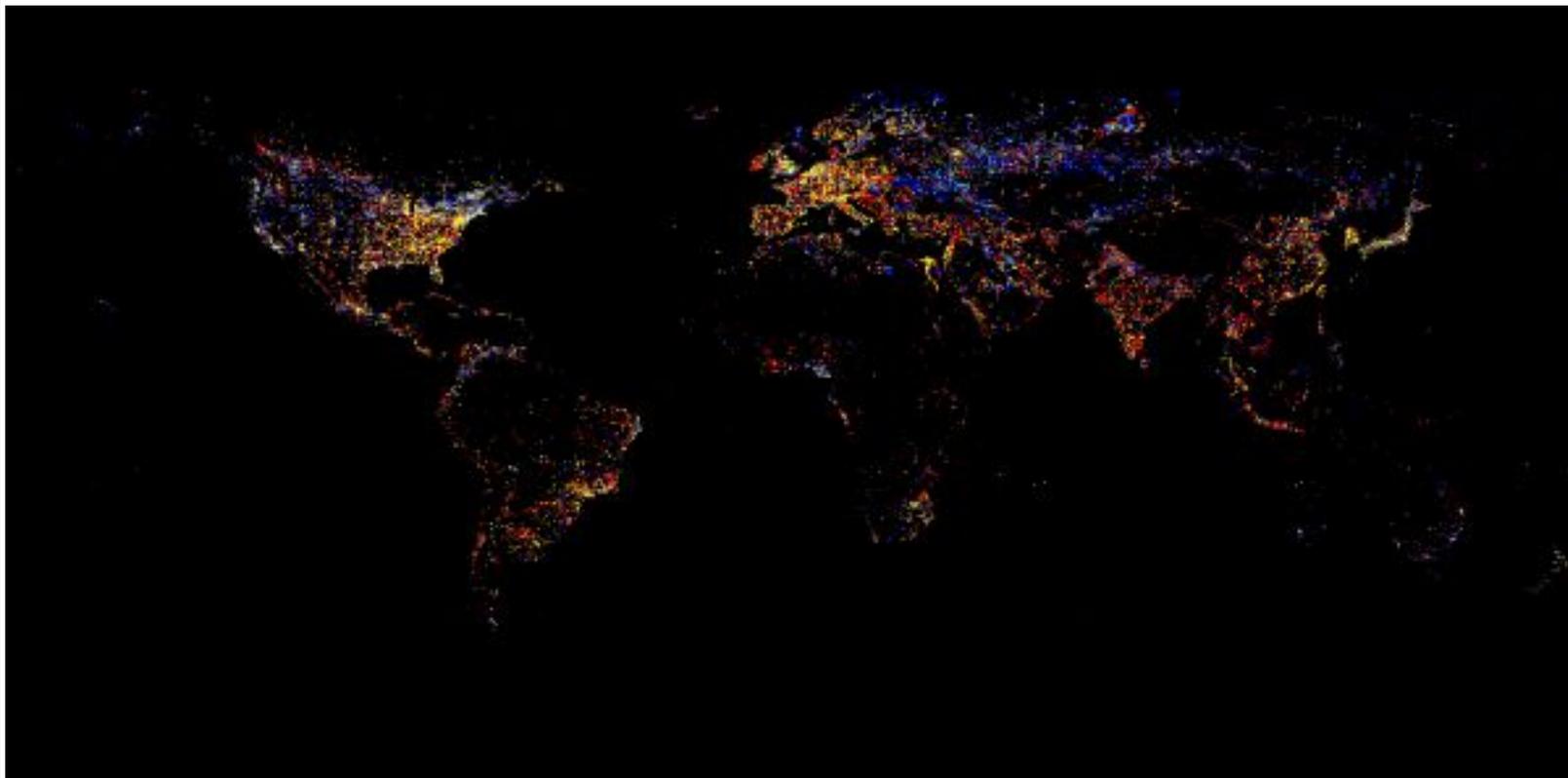


Global primary energy consumption [EJ]  
PEC calculated in accordance with the physical energy content method  
Sources: IEA (117)



## Цели и задачи энергетики

Выше всего продолжительность жизни в Японии (82,15) и Европе (Андорра, 82,75). Самая низкая – в Африке (Свазиленд, 32,2). Взгляд из космоса.



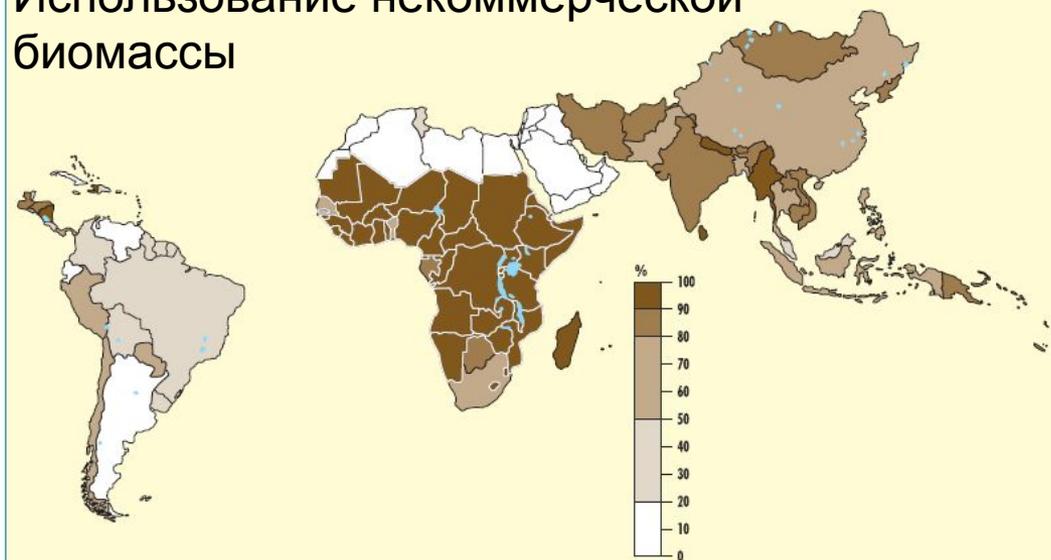


# Цели и задачи энергетики

**В мире** более 1 млрд человек не имеют возможности пользоваться электроэнергией. Основной вид энергоресурсов у 2,5 млрд – некоммуерческая биомасса.

Figure 15.1: Share of Traditional Biomass in Residential Consumption by Country

Использование некоммуерческой биомассы



ГЭС во  
Вьетнаме



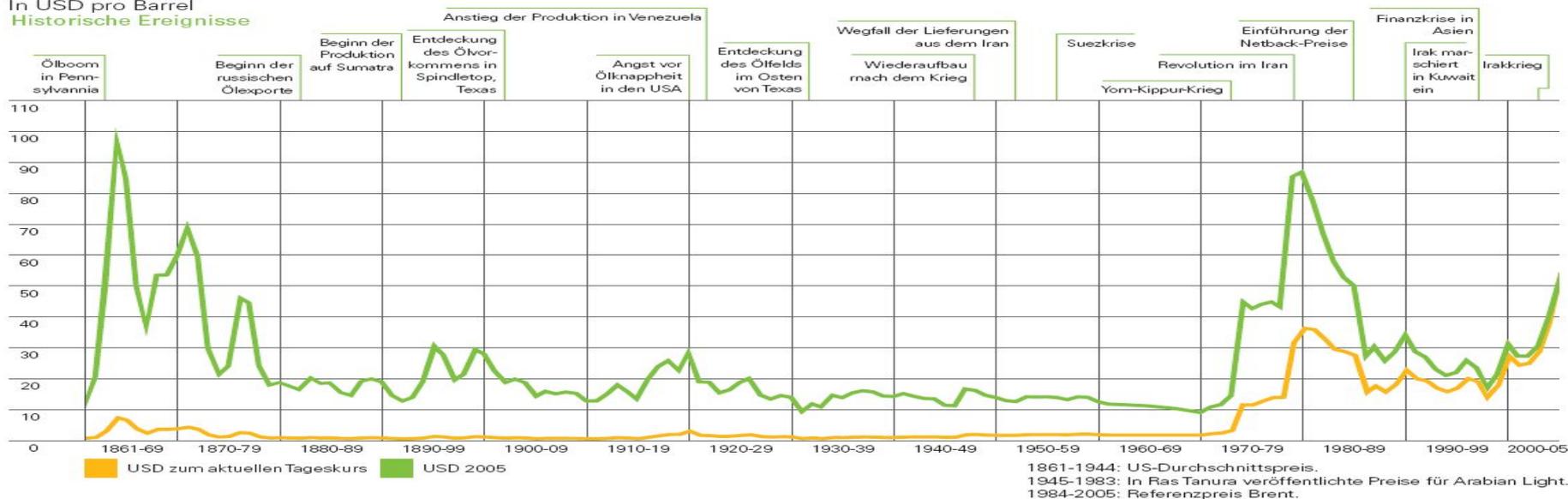


# Цели и задачи энергетики

## Исторические особенности развития энергетики :

- происходит как увеличение количественно потребления энергоресурсов (от 5 ГДж/чел. в год 1 млн. лет назад до 180 ГДж/чел. в год в наше время), так и расширение их спектра (от дров к урану, в сторону поиска более энергонасыщенных ресурсов ).
- расширяется спектр целевого использования энергоресурсов (от приготовления пищи до привода атомного ледокола и космического корабля, появляются наземные, подземные, подводные, космические и т.д. энергосистемы).
- энергоресурсы являются «яблоком раздора» стран мира, компаний и лиц и диктуют политику в мире.
- «Энергетический уровень» определяет качество и продолжительность жизни.

**Rohölpreise seit 1861**  
In USD pro Barrel  
Historische Ereignisse





# Цели и задачи энергетики

## Исторические особенности развития энергетики :

– параллельно идет развитие трех технологий: отдельный источник каждому потребителю; проводная сеть; беспроводная сеть.

- развитие идет по масштабам:

- Индивидуальные (отдельный приемник, для производства: электроснабжения рабочего места).
- Семейные (групповые, например для производства – цеховые).
- Объектные (промышленные, бытовые...).
- Поселенческие.  Орелоблэнерго
- Районные.
- Региональные.
- Окружные.
- Федеральные (государственные).
- Объединенные межгосударственные.
- Планетарные.
- Космические.
- Межпланетные.
- Звездной системы.
- Галактические.
- Вселенские.

- Конечным потребителем продукции человеческих энергосистем является человек!





# Ограничения энергетики

Развитие энергосистем предполагает постоянное преодоление ряда ограничений (справедливы на всех масштабах энергосистем):

**Геополитические** - борьба за запасы ресурсов, транспортные сети, рынки сбыта и т.д., вызванные неравномерностью размещения запасов и запросов.

**Экономические** – финансовые и ресурсные ограничения развития систем энергетики (недостаток средств в разведку, добычу, транспорт, преобразование и т.д. ресурсов, реконструкцию энергосистем).

Противоречие срока жизни оборудования и требований его развития.

**Территориальные** – отсутствие на территории ресурсов или труднодоступность их добычи, транспортировки и т.д.. Неравномерность распределения по территории источников и потребителей энергии.

Отсутствие территории для размещения энергообъектов (в городе).

**Климатические** – ограничения по использованию определенных видов энергоресурсов, в основном возобновляемых (недостаточно ветра, солнца, нет крупных рек и т.п.), запрет на их использования, ограничения по эмиссии парниковых газов и других отходов и т.д..

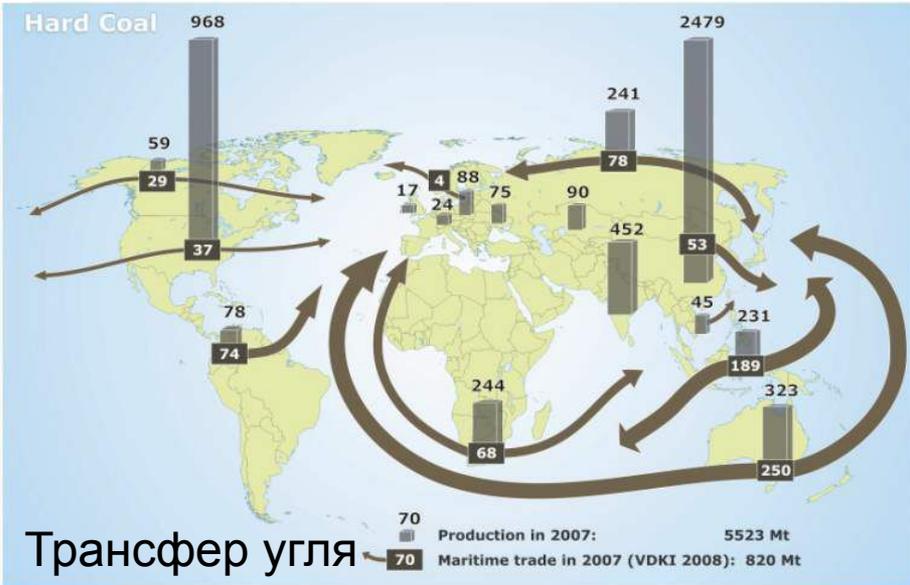
**Социальные** – недостаточность населения на территории или напротив, перенаселенность, инерция сознания населения, страх использования новых технологий, культурные, религиозные ограничения и т.д.. Социальная стабильность, в т.ч., зависит от достаточности и *стоимости* энергоресурсов.



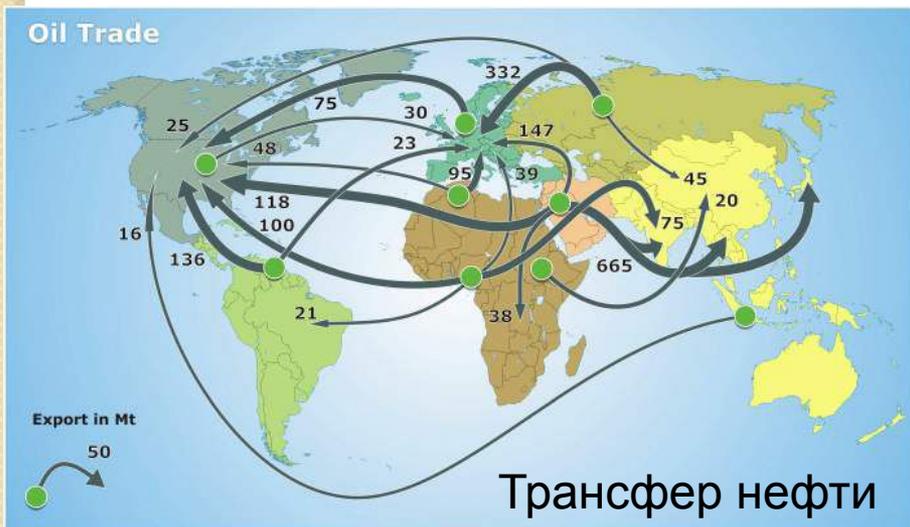
# Ограничения энергетики

Влияние на политику (энергорынок) – одно из геополитических ограничений.

Учтем, ко всему, требования глобализации по разделению труда.

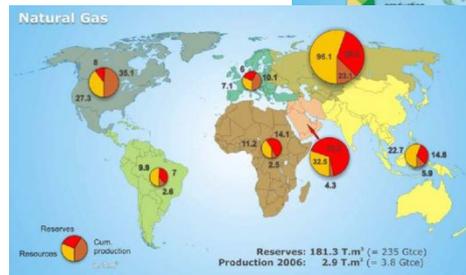
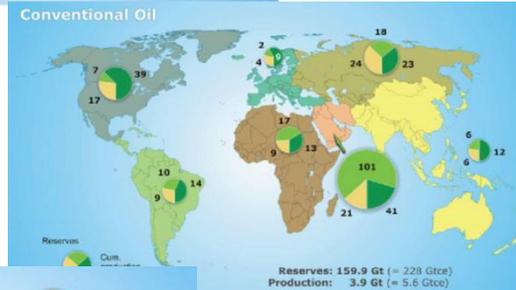
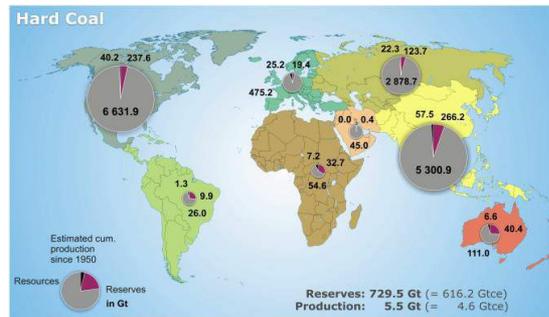
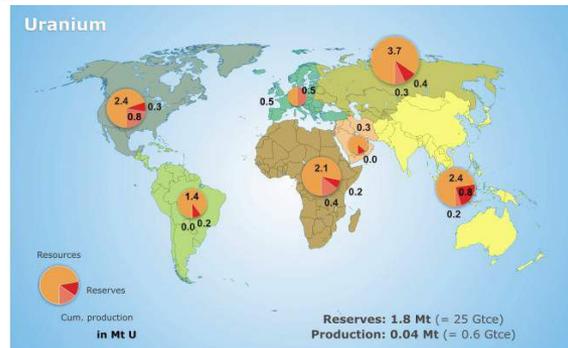


Трансфер угля



Трансфер нефти

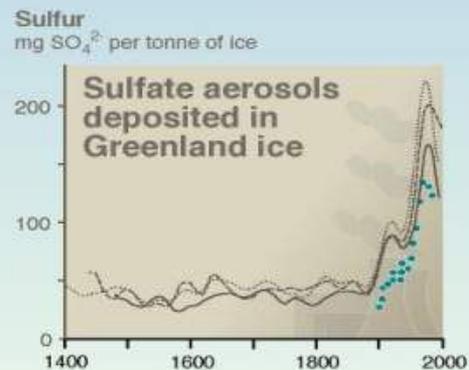
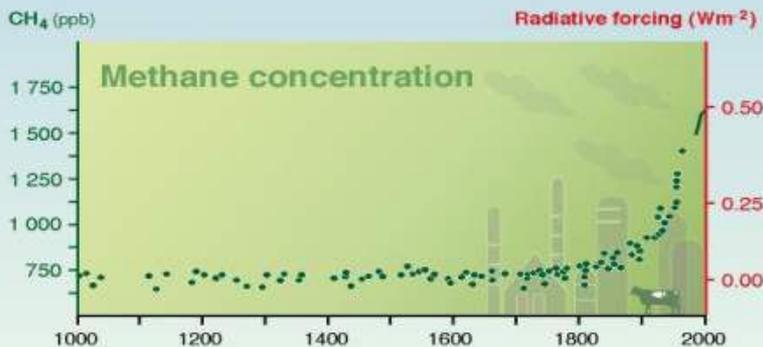
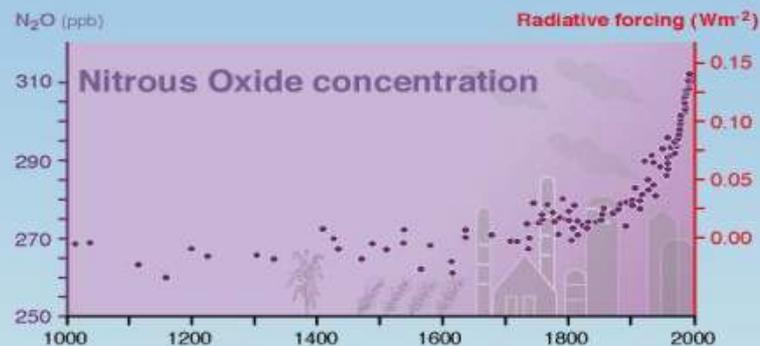
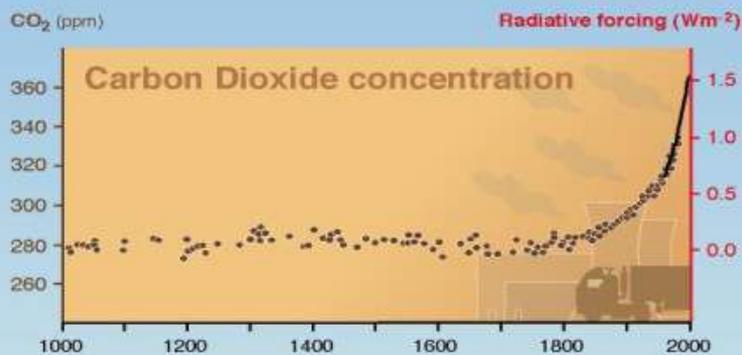
## Запасы





# Ограничения энергетики

Эмиссия парниковых газов – одно из климатических ограничений.





# Движущие факторы энергетики

Движущие факторы энергетики – суть обратная сторона ее ограничений (справедливы на всех масштабах энергосистем):

**Геополитические** – обладание в достатке энергоресурсами – условие социальной, экономической, стратегической стабильности. Поиск путей повышения энергонезависимости – требует активного развития инноваций в сфере энергетики (в т.ч., политических, технических, военно-стратегических и пр.). Особо важна стратегическая безопасность энергосистем в случае войн и катаклизмов.

**Экономические** – финансовые и ресурсные ограничения требуют активного развития инноваций в сфере энергетики (энергосберегающие технологии, использование местного сырья и ВИЭ, т.д.), повышение производительности труда.

**Территориальные** – требуются разработки в сфере экономии территории (минимизация габаритов оборудования) и ее эффективного использования (подземные линии и коллекторы, подстанции, электростанции, котельные и т.д., совмещение энергетических и промышленных, аграрных, жилых, общественных объектов).

**Климатические** – требуют новых решений по ограничению влияния на климат (сокращение выбросов, загрязнения, влияния на человека и т.д.), расширение климатических зон деятельности человека (подземье, подводье, космос) требует новых решений по защите оборудования от окружающей среды.

**Социальные** – необходимость соблюдения баланса требует решений по снижению себестоимости энергоресурсов, созданию рабочих мест, обучению персонала и доведению до широких масс информации по новым технологиям, изменению сознания масс (например реклама энергосберегающих решений).



# Методология развития

**Общая методология развития (работает на любом масштабе)**

**подразумевает этапы:**

1. Определение цели (прогнозирование результата).
2. Выбор и оценка материала.
3. Выбор технологии.
4. Выбор инструмента.
5. Осуществление процесса.
6. Контроль выполнения процесса.
7. Получение результата.
8. Оценка результата.
9. Корректировка при необходимости (на разных этапах).
10. Осуществление процесса и получение удовлетворяющего результата .
11. Постановка следующей цели.

● **Таким образом, следует совершенствовать:**

- Цели (идеология и методы прогнозирования).
- Материал ( для энергосистем - энергоресурсы).
- Технологию.
- Инструмент (в т.ч. персонал).
- Процесс.





# Методология развития

**Вопросы, на которые надо ответить для достижения результата:**

1. Что?
2. Где?
3. Когда?
4. Кто?
5. Чем?
6. Зачем?
7. За что?



**Три колонки для достижения результата:**

Что есть:

Что надо:

Где взять:



# Направления развития: цели и задачи

Из цели энергосистем (общая указана выше, частные определяются исходя из масштаба и заинтересованного лица) и исторических объективных предпосылок вытекают ряд задач и направлений развития (для всех трех технологий энергоснабжения).

## Задачи развития энергосистем:

1. Повышение энергонасыщенности источников.
2. Повышение пропускной способности сетей и снижение потерь в них.
3. Повышение эффективности использования (преобразования энергии из одного вида в другой).
4. Обеспечение бесперебойности (надежности) снабжения.
5. Обеспечение доступности энергии в любой точке.

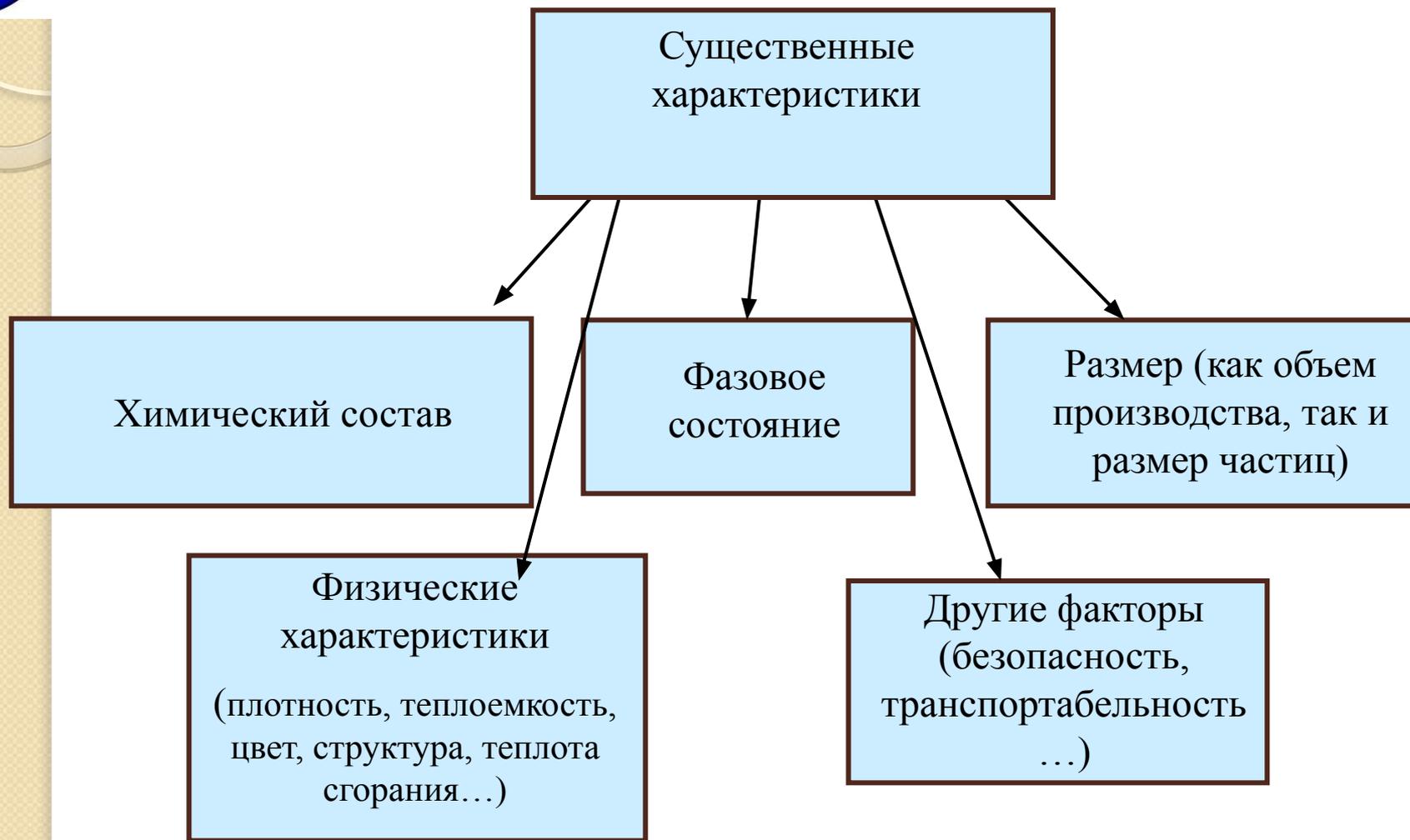
## Основные направления:

1. Повышение точности, дифференциация (уменьшение масштаба, нано, пикотехнологии и т.д.) и как следствие разработка новых материалов, структур, технологий.
1. Интеграция и глобализация (повышение масштаба).
2. Автоматизация (в т.ч. роботизация).
3. Интеллектуализация.
4. Самовоспроизводство.





# Направления развития: материал





# Направления развития: технологии

## Для электроэнергетических систем

### 1. Технология производства:

- Типы электростанций, их технологические циклы особенности размещения (индивидуальные, мобильные, стационарные, наземные, подземные, космические и т. д.).
- Экономичность, КПД.
- Сочетание (генерация многих видов энергии (когенерация, тригенерация и т.д.)).
- ...

### 2. Технологии передачи

- Типы передачи по роду тока и уровню напряжения (однопроводная, трехфазная, постоянного тока, беспроводная и т.д.)
- Конструкции (подземные, наземные, воздушные и т.п.).
- Экономичность, КПД...

### 3. Технологии преобразования (использования)

- Вид энергии, в которую преобразуется (световая, механическая, химическая, тепловая и т.д.).
- КПД преобразователей.
- Конструкции. ..





# Направления развития: технологии

## Для электроэнергетических систем

### 4. Технологии проектирования:

- Метод проектирования (типовое, экспериментальное, опережающее...)
- Степень автоматизации (ручное, САПР...)
- ...

### 5. Технологии монтажа (планирование и организация, конструкции...)

### 6. Технологии эксплуатации

- Методы планирования и организации эксплуатации.
- Методы диагностики.
- Методы измерений.
- Методы ремонтов и обслуживания
- ....

### 7. Технологии преобразования

- Вид энергии, в которую преобразуется (световая, механическая, химическая, тепловая и т.д.).
- КПД преобразователей.
- Конструкции.

### 8. Технологии утилизации и т.д.





## Направления развития: технологии

### Общие требования к развитию технологии:

- Энергоэффективность (затраты энергоресурса на единицу продукции);
- Эргономичность (простота, удобство управления, размещение);
- Производительность;
- Уровень автоматизации и интеллектуализации.



### Существенна каждая часть:

- ✓ Непосредственно технологии;
- ✓ Инженерное обеспечение;
- ✓ Здания и сооружения;
- ✓ Климатология.





# Направления развития: инструменты

## 1. Люди:

- Мотивация;
- Квалификация (знания, умения, опыт);
- Обеспеченность инструментами;
- Ресурс времени (незанятость/занятость другими функциями);
- Состояние здоровья (энергичность, энергоэффективность человека).



*Человек расходует энергию и время:*

- ▣ *На распознавание;*
- ▣ *На принятие решения;*
- ▣ *На действие (движение).*

## 2. Техника, приборы, оборудование:

- Класс энергоэффективности;
- Производительность;
- Функциональность;
- Техническое состояние (зависит от культуры эксплуатации и срока в эксплуатации);
- Эргономичность.





# Направления развития: процесс

## 1. Время

- Сокращение времени, затрачиваемого на производство единицы продукции (а так же проектирование, монтаж, обслуживание, ремонт, диагностику и т.д., то есть на каждый вид продукции).

Баланс времени:

$V_{ед. прод} = V_{вып опер} + V_{отд} + V_{передв}$ ,

Где  $V_{ед прод}$  – время, затрачиваемое на производство единицы продукции чел ·ч;

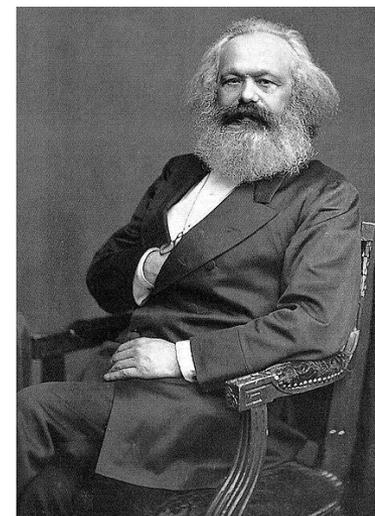
$V_{вып опер}$  - время выполнения операций, необходимых для производства единицы продукции, чел ·ч;

$V_{отд}$  – время отдыха, чел ·ч.;

$V_{передв}$  – время передвижения, чел ·ч.

## 2. Качество

- Качество – производная от материала, технологии, инструмента, процесса и контроля.
- Развитие методов контроля и мотивации, а так же максимально возможное устранение «человеческого фактора», в т.ч. за счет автоматизации производства.





# Некоторые противоречия развития:

## 1. Время жизни

- Противоречие заключается в том, что *увеличение срока жизни оборудования с одной стороны снижает затраты на амортизацию и позволяет отложить сроки модернизации, реконструкции и обновления*, а с другой стороны – *мешает развитию и влечет моральную отсталость производства* (как следствие – не удовлетворяющую требованиям времени производительность и энергоэффективность производства. Пример – использование до настоящего времени довоенного оборудования).

## 2. Одинаковость сроков жизни оборудования и его отдельных узлов

- Противоречие заключается в том, что с одной стороны *одинаковость сроков жизни оборудования и его отдельных узлов обеспечивает одинаковую периодичность обслуживания, ремонтов и замены*, а с другой стороны это *приводит к необходимости одновременного вложения значительных средств в первую очередь на замену*. Это так же относится к строительству в короткие сроки большого числа объектов с одинаковым сроком жизни (пример – распределительные сети РФ, а в настоящее время - огромные объемы строительства ЛЭП в КНР).



# Некоторые противоречия развития:

## 3. Категорийность

- Противоречие заключается в том, что с одной стороны *деление потребителей на категории по надежности электроснабжения (и по любой другой) позволяет минимизировать затраты на сооружение систем электроснабжения*, а с другой стороны – *приводит к неравноценности условий жизни и как следствие – к неравномерному перераспределению населения (отток из села в город а так же значительным ущербам для конкретных людей и всего народного хозяйства страны).*





Спасибо за внимание!

