

Лекция 1.

Енергиен баланс на земята. Енергийни ресурси и енергиен проблем

1.1. Енергиен баланс на земята

Земята може да се разглежда като физическа система с енергиен баланс, който включва всички притоци от постъпваща към планетата енергия и всички загуби на енергия към околното пространство (космоса). Планетата е приблизително в равновесие, което означава, че сумата от всички притоци на енергия е приблизително равна на сумата от загубите на енергия.

Енергийни притоци:

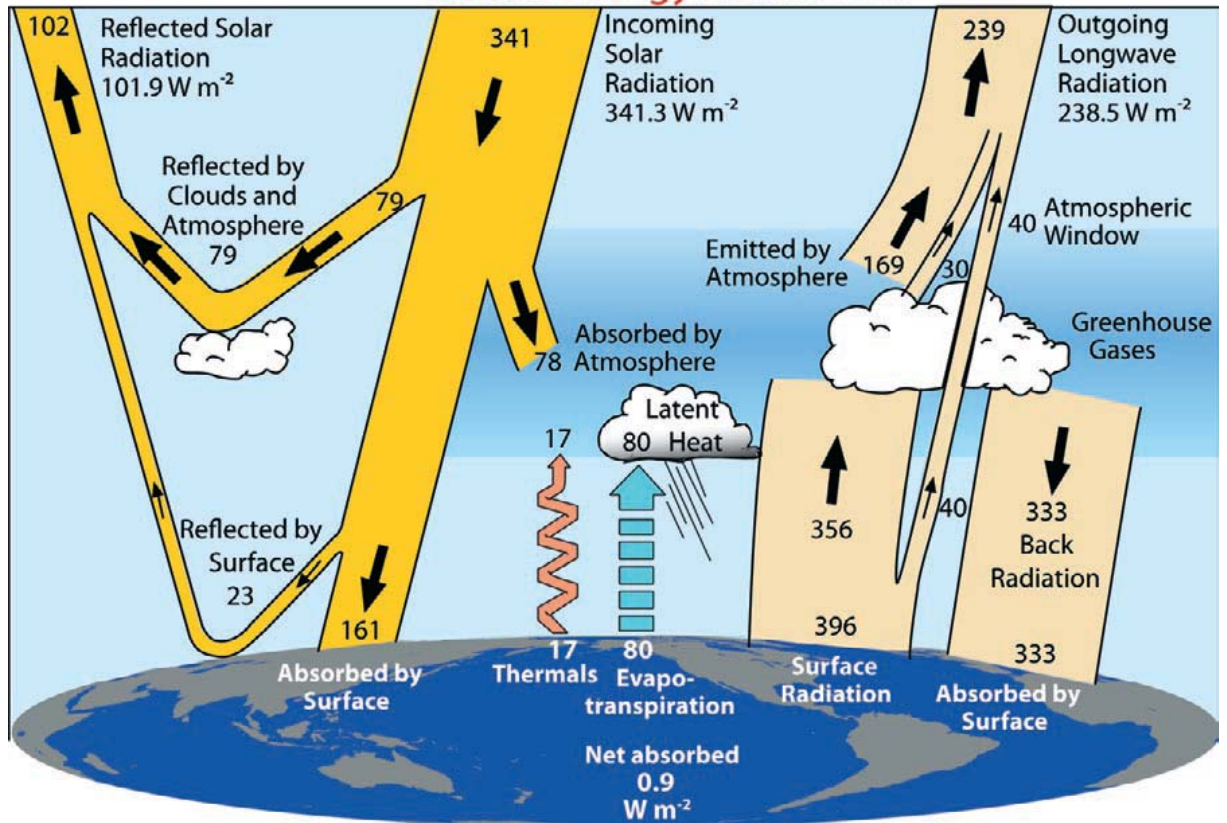
- Слънчева енергия (99.97%, около 174 PW (Пета вата – 10^{15} W) или 341 W/m^2 от земната повърхност). Тази енергия се формира като произведение на слънчевата константа – 1364 W/m^2 и площта на земния диск, който се проектира в равнина перпендикулярна на слънчевите лъчи – $1.28 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$.
- Геотермална енергия (0.025%, около 44.2 TW (Теравата – 10^{12} W) или 0.086 W/m^2 от земната повърхност).
- Енергия от приливи (0.002%, около 3 Теравата или 0.0059 W/m^2).
- Отпадна топлина от изгаряне на органични горива (0.007%, около 13 теравата, или около 0.025 W/m^2).

Съществуват и други малки източници на енергия, които обикновено се игнорират: увеличаване на междупланетарен прах и слънчев вятър, светлина от далечни звезди, топлинно лъчение от космоса. Макар, че тези източници са пренебрежими, това не е винаги очевидно. Например първоначално се е смятало, че лъчението от космоса е значително.

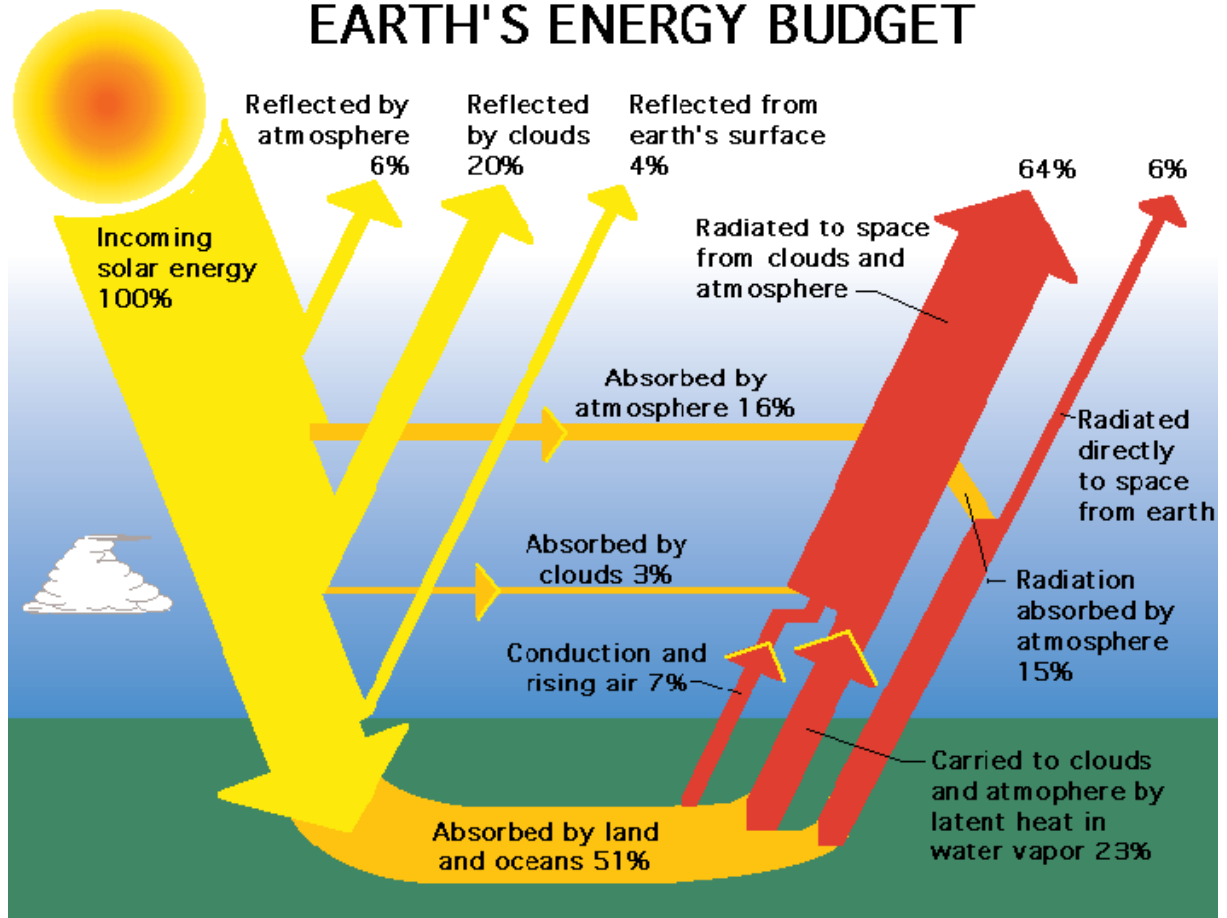
Енергийни загуби:

- Отражена от земната повърхност енергия (30%). Тази стойност се определя от отражателната способност (**алbedo**) на земята. Земното алbedo се изменя в рамките на годината, но средната стойност е около 30%. То се формира от следните съставки:
 - 6% отражение от атмосферата;
 - 20% отражение от облаците;
 - 4% отражение от земната повърхност (земя, вода, лед).
- Абсорбирана енергия (70%). Останалата част от слънчевата енергия (която не се отразява) се абсорбира от земята и атмосферата. Разпределението е както следва:
 - 51% се абсорбира от земята и водните басейни, след което се преобразува като: 23% се пренася в атмосферата като латентна топлина при изпарение на водата (латентна топлина във водните пари); 7% се пренася в атмосферата като загрял въздух; 6% се излъчва към космоса във вид на топлинно лъчение и 15% се пренася към атмосферата чрез излъчване (след което се пренася отново към космоса).
 - 19% се абсорбират от атмосферата и облаците. От тях 16% се излъчват обратно в космоса и 3% се абсорбират от облаците.

Global Energy Flows $W m^{-2}$



EARTH'S ENERGY BUDGET



Енергийният баланс на земята може да се запише математически по следния начин:

$$\# \quad \pi R_E^2 J_0 + P_{mech} + P_{gen} + P_{earth} = 4\pi R_E \epsilon_e \sigma T_e^4$$

където: J_0 е Слънчевата константа [W/m^2], която е равна на интензивността (мощността) на лъчистата енергия, която се пренася през космическото пространство от слънцето и достига до границата на земната атмосфера;

R_E – радиусът на земята,

P_{gen} – генерираната върху земната повърхност мощност [W] (изгаряне на органични горива, ядрени реакции и др.);

P_{earth} – пренесена към повърхността на земята топлинна енергия от нейните недра [W];

P_{mech} – мощност от механично взаимодействие между Земята и Луната [W].

ϵ_e – степен на чернота (излъчвателна способност) на Земята (заедно с атмосферата). Това е обобщен показател, който има сложна структура и се използва за оценъчни изследвания. Зависи в голяма степен от прозрачността на атмосферата.

σ – константа на Болцман ($6.78 \cdot 10^{-6}$)

T_e – средна (ефективна) температура на Земята повърхност [$^{\circ}C$];

От горното уравнение може да се определи ефективната земна температура:

$$T_e = \left(\frac{\pi R_E^2 J_0 + P_{mech} + P_{gen} + P_{earth}}{4\pi R_E \epsilon_e \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Ако се пренебрегнат много малките стойности на неслънчевите събираеми в числителя изразът за средната температура на земята се получава:

$$T_e = \left(\frac{J_0}{4 \epsilon_e \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$$

При стойност на параметъра ϵ_e равна на единица (близка до реалната стойност) стойността на ефективната температура на земята е 278 °K (около 15 °C)

В много голяма степен може да се смята, че повечето от параметрите в това уравнение имат постоянни стойности. Дейността на човека се отразява в най-голяма степен върху параметъра ϵ_e , който се определя от прозрачността на атмосферата. Тук се има предвид главно прозрачността на атмосферата за топлинното излъчване (от земята към космоса). Ако се приеме, че този коефициент се променя, то, за да се запази равенството трябва да се променя и някой от другите параметри. Това е равновесната температура на Земята - T_e . Ако излъчвателната способност на Земята се намалява, то трябва да нараства равновесната температура на Земята, за да може излъчващата се енергия да е равна на постъпващата енергия.

Решаването на това уравнение определя средната температура на земната повърхност – при нормални условия те е около 15°C.

Без влиянието на атмосферата резултатната средна температура на земята щеше да бъде -270.15° или близка до абсолютната нула (-273.15°).

Парников ефект

Парниковият ефект има изключително важна роля за подържане на живота на Земята. Той е резултат на оптичните свойства и роля на земната атмосфера. Проявлението му се изразява в това, че земната атмосфера пропуска в много по-голяма степен електромагнитното лъчение с малка дължина на вълните (например в спектъра на видимата светлина) и пропуска в много по-малка степен електромагнитното лъчение в спектъра на топлинните вълни (електромагнитното излъчване на тяло нагрято до температури, сравними с температурите на земната повърхност). Това означава, че електромагнитното лъчение (светлината), постъпващата от слънцето прониква свободно през атмосферата, абсорбира се от земната повърхност и се излъчва обратно като топлинни лъчи. Излъчваната от земната повърхност енергия във вид на инфрачервени (топлинни) лъчи се спира (пропуска се в много по-малка степен) и не се излъчва директно към небосвода. Тази енергия не може свободно да се излъчи към небосвода (космическото пространство), а се абсорбира от парниковите газове. Тези газове се нагряват и нагряват околните газове, при което се реализира вторично излъчване към космоса. Това намаляване на възможностите за директно излъчване на попадналата от слънцето енергия води до повишаване на ефективната температура на земната повърхност.

Образно казано атмосферата се явява един капан за улавяне на слънчевата енергия. Наличието на парников ефект осигурява на земната повърхност температура, достатъчно висока за подържане на живота на планетата. Средната температура на Земята е около 15°C (в различните области и в различни моменти от време тя варира в големи граници). Без наличието на парников ефект Земята щеше да бъде толкова студена, че животът нямаше да може да съществува. Температурата на земята без парников ефект щеше да бъде само няколко градуса над абсолютната нула ($-273,15^{\circ}\text{C}$). Оптичните свойства на атмосферата се определят в голяма степен от наличието в нея на някои газове, които са получили наименованието 'парникови газове'. Основна роля в групата на парниковите газове играят въглеродният диоксид CO^2 и водните пари.

Увеличаването на количеството на парниковите газове води до засилване на парниковия ефект. По този начин се осигуряват условия за повишаване на средната температура на земната повърхност. Повишаването на земната температура действа на екосистемите или директно, чрез топенето на ледовете и разрушаване на естествената среда за живот в крайморските области и индиректно, чрез промяна на климатичните условия. При това, климатичните изменения оказват влияние в различна степен за различните райони на земята.

Преди индустриалната революция, атмосферният CO^2 имаше концентрация около 280 частици за милион (ppm). Сега, в резултат на човешката дейност, концентрацията е 375 ppm.

Емисиите от парникови газове и други фактори като изменения в използването на земната повърхност променят енергийния баланс слабо, но последствията са значителни.

1.2 Енергийни ресурси

Производни измервателни единици

10	Дека	da	да
10 ²	хекто	h	х
10 ³	Кило	k	к
10 ⁶	Мега	M	М
10 ⁹	Гига	G	Г
10 ¹²	Тера	T	Т
10 ¹⁵	Пета	P	П
10 ¹⁸	Екса	E	Е
10 ²¹	Зета	Z	З
10 ²⁴	Йота	Y	Й

Енергийните ресурси на планетата не са неограничени и напълно възстановими. Една част от тях се изчерпват и може да се стигне до съществен недостиг от тях. Човечеството бавно, но сигурно, осъзнава този факт. Въпросът е има ли изход от задаващата се неприятна ситуация или бъдещето ще донесе глад и войни за блага като въглищата или водата?

Условно енергийните ресурси може да се разделят на **невъзобновяеми** и **възобновяеми**. В групата на първите попада петролът (който в същото време е много важен ресурс и за химическата промишленост), въглищата, природният газ, металите, радиоактивната руда и диамантите. Запасите на част от тези суровини вече са относително намалели и цената им непрестанно се покачва. Други са много скъпи за получаване и опасни и тяхната масова употреба се извършва с много условности. Такъв е случаят с радиоактивните изотопи на елементи като уран и плутоний, които се използват в ядрените електроцентрали (и бомби). Според Световната ядрена асоциация, въпреки че на земята има суровина за много години, засега едва 16% от електричеството на Земята се получава от екологичното (или поне не отделящо CO₂ емисии) ядрено гориво.

Възобновяеми ресурси са водата, дървесината, земеделските култури и животните, (храната). Както показва и името им, ако тези ресурси се стопанисват разумно, не би трябвало да се изчерпят. Но това съвсем не означава, че може да се разполага с тях неограничено. Просто няма къде и как да се отглеждат толкова гори и толкова растения, или пък да се изхранват достатъчно животни, които да осигуряват мляко и месо, което да е в изобилие. Причината е най-вече, че няма да стигне водата за напояване, нито е възможно да се продължи да се развиват земеделските добиви с досегашните темпове. По данни на World Resources Institute земеделската продукция на земята е нараснала с невъобразимите 72% между 1961 г. и 2005 г.

Добрата новина е, че все пак има ресурси, които подлежат на рециклиране. Въпрос на време е човечеството да започне да рови из боклука си, събиран през последните 50 години. Дотогава вероятно рециклируемите ресурси, каквито са някои пластмаси и металите ще са добили статут на възобновяеми, разделното събиране и компостирането на боклука ще е гарантирано със закони, а изгарянето на дървесината ще е забранено.

Още по-обнадеждаващият факт е, че стига да се знае как да се използват, на разположение са вечни и безплатни източници на енергия като слънцето, вятъра или топлината на земните недра, с които може да се замени петрола, въглищата и т.н.

Въпросът е кога това ще стане възможно и дали вече няма да е късно. Засега в целия свят може би само една страна - Дания, е истински напреднала по този път. Тя получава 20% от електрическата си енергия от вятърни генератори.

За да се направи правилната прогноза за енергийните ресурси е необходимо да се знае каква е консумацията на енергия от човечеството и какви са тенденциите за изменението ѝ.

1.2.1 Енергийна консумация

През 2008 година пълната консумация на енергия за човечеството се оценява на 774 Ексаджаула (474×10^{18} J). Около 80 до 90 % от тази енергия се получава от органични горива. Тази енергия се равнява на около 15 Теравата (15.04×10^{12} W). Това количество енергия може да разглежда като единица мярка за енергийните ресурси – може да се означае с **Q** и енергийните източници да се оценяват в измерителна единица **Q**.

1.2.2. Енергийни ресурси

По-голяма част от енергийните ресурси на земята се формират от слънчевата енергия. Част от тази енергия е била съхранена (акумулирана) във вид на **органични горива** в продължение на много време (милиони години) и сега се консумира с много бързи темпове. Друга част от слънчевата енергия е използваема директно или индиректно.

За цялата земя с площ на земния диск около 127400000 km^2 , пълната мощност на постъпващата от слънцето енергия е 174 Петавата (174×10^{15} W). Около половината от това количество достига земната повърхност. За сравнение, пълната консумирана от човечеството енергия е 15 теравата (15.04×10^{12} W) – повече от 12000 пъти е постъпващата слънчева енергия..

Оценката на останалите невъзобновяеми енергийни ресурси, намиращи се на земята варира в зависимост от обхвата на разглеждания въпрос. Общата оценка на органичните горива е 0.4 YJ ($1 \text{ YJ} = 10^{24} \text{ J}$) или 843 **Q**. Запасите от ядрено гориво (уран) надхвърля 2.5 YJ, което може да се изрази и като 5247**Q**. Ако се включат оценките за метана, който може да се извлече от така наречените калтрати (органични вещества в тинята по дъното на морета и океани), оценката за органичните горива може да нарасне на 0.6 – 3 YJ или 1265 – 6329**Q**.

В табличен вид наличните енергийни ресурси могат да се представят във вида:

<i>Невъзобновяеми източници</i>	<i>Възобновяеми източници</i>
Органични горива - 843 Q - Петрол - 63 Q - Газ - 45 Q - Каменни въглища - 735 Q	Слънчева енергия - 8000 Q/year - Фотосинтеза - 5 Q/year - Вятърна енергия - 14.8 Q/year - Хидроенергия - 3.12 Q/year - Океански вълни - 0.36 Q/year
Органични горива (калтрати) -	
Ядрено гориво - 5247 Q - Стандартни реактори - 35 Q - Реактори с бързи неутрони - 5210 Q	Геотермална енергия - 3.2 Q/year Концентриран поток - 0.016 Q/year
Термоядрен синтез -	

Резервите от органични горива се оценяват на:

Тип гориво	Енергийни резерви ZJ
Каменни въглища	290
Петрол	18.4
Газ	15.7

За тези оценки съществува значителна несигурност. Оценките на оставащите резерви от органични горива на планетата зависи от подробното изучаване на земните недра. Засега има все още много непроучени области. Докато съвременните технологии позволяват сондиране на дълбочини до 3 км под водата, то геологическите характеристики на повече от половината от площта на световния океан остават неопределени.

1.3 Енергиен проблем

Енергийното развитие на нашата планета е свързано с големи предизвикателства, пораждащи се от:

- нарастване на населението на планетата
- подобряване на стандарта на живот
- изискванията за намаляване на замърсяването на околната среда
- намаляване на ресурсите от органични горива (дискусионната тема).
- Без енергия високо индустриализираната инфраструктура на човечеството ще колабира.

Селското стопанство, транспорта, информационните технологии, комуникациите и редица други елементи на съвременната цивилизация, които в развитите страни се смятат за естествени (подразбиращи се), ще спрат да функционират.

Недостигът на енергия за поддържане на тези структури ще доведе до катастрофи от типа на тези предсказвани от Малтус.

През 70-те години на миналия век временният бойкот на световния пазар от страните членки на ОПЕК предизвика драматично нарастване на цените на петролните продукти. Този период може да се смята като първо проявление на Енергийния проблем. Тогава се прави и първата формулировка на същността на енергийния проблем:

1. Поставя се под съмнение способността основните петролни продукти да обезпечават енергийна независимост и стабилни цени.
 2. Глобалното затопляне стана важно поради започналото топене на ледовете, забележими климатични изменения и повдигане на нивото на световния океан.
- Това се разглежда като причинено от така наречените парникови газове

Основни елементи на енергийния проблем.

Климатът на земята се е изменял още от формирането ѝ (4.6 милиарда години). Изменението на климата се е извършвало при различни времеви скали, като са известни периоди на застудяване (ледникови периоди) и периоди на затопляне. До индустриалната революция, човекът е изгарял големи количества органични горива (дървесина), най-често за разчистване на райони за земеделско използване. Вследствие на това се е изменял състава на атмосферата и са настъпвали значителни

изменения на климата в определени райони. Това е признак, че дейността на човека има значение за състоянието на климата на планетата.

В тази връзка към енергийните проблеми на човечеството се прибавят и екологичните. Добивът, преработката и изгарянето на органични горива водят до такива отрицателни последици за природата, като замърсяването на въздушната и водната среда, киселинните дъждове и парниковия ефект в резултат на увеличената концентрация на CO₂ в атмосферата. Глобалното затопляне се превръща в реалност, което води до изместване на климатичните зони и повишаване риска от стихийни бедствия – урагани, наводнения и превръщане на плодородни райони в пустини.

Друг важен елемент на енергийния проблем е нарастването на населението. В момента човечеството наброява почти 7 милиарда и продължава да се увеличава с бързи темпове. Сега населението е два пъти и половина повече, отколкото в средата на миналия век. За този период китайците например са нараснали със 770 милиона, а индийците със 790 милиона по данни на [CIA World FactBook](#).

Проекти разработвани по линия на ООН предвиждат стабилизиране на нарастване на населението на земята около 9 милиарда през 2075 година. Това донякъде се дължи на увеличената средна продължителност на живота в западния свят. Ръстът на ражданията намалява в повечето развити страни в момента и се очаква населението в тях да се стабилизира или да започне да намалява (ако не се отчита имиграцията).

С навлизането на съвременната медицина в по-малко развитите страни обаче хората там също ще започнат масово да достигат до третата възраст, както това вече стана в Китай и Индия - там средната продължителност на живота през 2007 г. е над 70 години (пак според CIA World FactBook). Данните на Световната банка сочат, че от 1990 досега хората в тези две държави са започнали да живеят с около 10 години повече. За сравнение населението в Нигерия (около 138 милиона) живее средно едва по 47 години. Нарастващото световно население пък ни гарантира непрекъснато увеличаващо се търсене на природни ресурси.

Икономическото развитие ще продължи да изисква нарастване на консумацията на енергия. Тенденцията в момента се поддържа от 1970 година, като всеки 1% нарастване на Брутния вътрешен продукт (БВП) се съпровожда с 0.64% нарастване на енергийната консумация. Предстои подем в икономиката на много от развиващите се страни, което е свързано с силно увеличаване на енергийното потребление.

Сегашната криза с петрола и петролните продукти се свързва с много големия ръст в икономиката на Китай.

През последните 10 години е налице бурен световен икономически растеж, който осигурява все по-висока покупателна способност на стотици милиони хора. Страни с огромно население като Китай и Индия се приближават към стандарта на живот на западния свят. В резултат търсенето на суровини като дърво, метал, горива и т.н. се увеличава с главолumni темпове. Така например по данни на ООН в началото на века китайците консумират 1.36 трилиона kWh електрическа енергия годишно, а през 2007 - 2.859 трилиона. Индийците пък вече са осми в света по консумация на течни горива, като са изпреварили Канада, Франция и Италия.

Има трайна устойчива зависимост между енергопотреблението и националния доход на различните страни.

Апроксимиращата линия може да се разглежда и като линия, определяща ефективността на използване на енергията от различните нации. Старните, които се намират под тази линия използват по-ефективно и икономично енергийните ресурси, за страните над тази линия използват енергията неикономично.

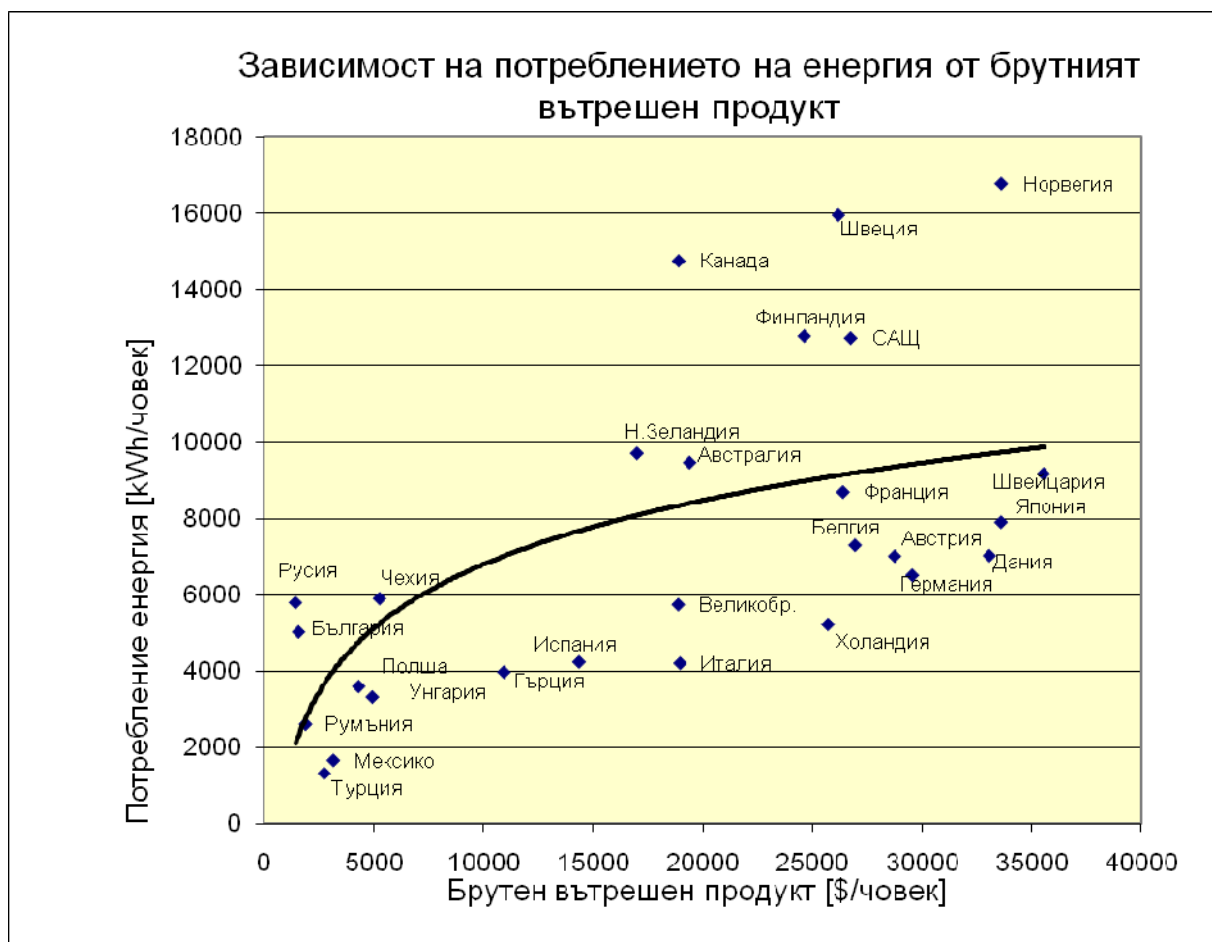
Глобалното затопляне вече е общоприет термин и се разглежда като сериозен проблем, предизвикан от човешката дейност – главно поради изгарянето на органични горива. Много изследователи разглеждат различни аспекти на този проблем и необходимостта от бързи реакции за предотвратяване на сериозни последици.

Доставките все по трудно ще поддържат необходимото темпо

Към 2015 г. увеличаването на производството на лесно достъпните нефт и газ няма да съответства на очаквания темп на увеличаване на потребностите. Въпреки че в много части на света има изобилие на каменни въглища, затрудненията при транспорта и отрицателното екологично въздействие от използването им, поставят граници и на този растеж. В същото време, алтернативните енергийни източници, например биогоривата, биха могли да заемат много по-съществена част в енергийната палитра – но не съществува “идеалното решение”, което да успокои изцяло напрежението в баланса снабдяване-потребление.

Екологичните напрежения нарастват

Дори ако изкопаемите горива успеят да запазят настоящия си дял в енергийната палитра, и да задоволят увеличеното потребление, емисиите на CO₂ ще нараснат до такъв размер, който силно ще застраши човешкото благополучие. Дори при намаляване на консумацията на изкопаеми горива и ефективно управление на CO₂, по-нататъшният път все още крие много предизвикателства. Запазването на приемливи нива на концентрация на CO₂ в атмосферата ще става все по-трудно.



Други фактори за енергийния проблем

- Енергийно минало. До 1850 година основните нужди на човечеството - храна, облекло, отопление, транспорт, индустрия са покривали от възобновяеми ресурси (хидроенергия, биомаса, вятърна енергия). Едва 10% са били невъзобновяема енергия (смола, асфалт, въглища). След този период има рязък скок в използването на енергийните ресурси и делът на възобновяемите ресурси става много малък. Това рязко скокообразно увеличаване на енергопотреблението не е характерно за развитието на човешката цивилизация и може да се разглежда с термините и апарата на теорията на катастрофите.
- Доказаните (разкрити) енергийни ресурси са много малка част от общите ресурси. Така например от резервите на органичните горива само 5 – 10 % са проучени. Не е известно какви проблеми могат да възникнат при проучването и добива на другите ресурси.
- Структурата на разпределение на консумацията на енергия, не съответства на структурата на разпределение на наличните ресурси.
- Географското разпределение на енергийните ресурси е много неравномерно. От 180 държави (към 80-те години на 20 век) над 150 изпитват сериозна нужда от енергийни ресурси.
- Цената на енергийните ресурси непрекъснато нараства. Това се дължи не само на икономически причини (инфлация). Голяма роля играе нарастващото търсене и особено все по-тежките условия на добив на органичните горива.
- Добивът на нефт не може да се извършва с постоянен дебит. Обикновено от едно находище може да се добива годишно до 10% от неговия капацитет, тъй като нефта се филтрира през земните пластовете и това изисква време. При това с течение на времето този дебит постепенно намалява.

Мерки за решаване на енергийния проблем.

Могат да се предприемат редица мерки за облекчаване на енергийния проблем.

Политическите аспекти на сигурността на доставките на енергоносители, екологическите проблеми, свързани със глобалното затопляне и устойчивото развитие се очаква да придвижват света встрани от използването на органични горива. Концепцията за достигане на пик на производството на петрол и постепенното му намаляване е вече общоприето схващане и се очаква намаляване на консумацията на органични горива.

Правителствата ще правят този завой на енергетиката от органичните носители към други енергоносители ще се извършва чрез създаване на икономически натиск към отделяните въглеродни емисии и въвеждането на така наречените 'зелени такси'. Това са изисквания поставени чрез протокола от Киото и редица страни започват въвеждането на такива икономически мерки. Например Европейската комисия предложи енергийна политика на Европейския съюз, в която са въведени на норми за използване на възобновяеми енергийни източници от 7% (средна стойност в момента) до 20% през 2020 година.

Сериозна промяна в начина на използване на енергията

Развиващите се нации, включително гигантите по население Китай и Индия, навлизат в своята енергийно най-интензивна фаза от икономическото си развитие, тъй като те се индустриализират, изграждат инфраструктура, и увеличават използването на транспорт. Натискът на потребностите ще стимулира алтернативните доставки и по-ефективното използване на енергията – но само това може да се окаже недостатъчно,

за да компенсират напълно нарастващата и упражняваща все по-голям натиск нужда от енергия. Да се разочароват стремежите на милиони, като се предприеме политика на забавяне на икономическия растеж, не е подходящ отговор – или поне не е такъв, който е политически осъществим.

Протокол от Киото

Протоколът от Киото е международно съглашение на United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC или FCCC), което изисква драстично намаляване на парниковите газове, с цел да се ограничат ефектите от климатичните изменения. Още в края на миналия век бяха идентифицирани признаците за измененията в климата и те бяха оценени като доста сериозен проблем. Първата конференция за обсъждане на този проблем е проведена през 1995 година в Берлин. В края на 1997 година е подписан Протокола от Киото. Първоначално той е подписан от 84 страни, след което той се ратифицира от по-голяма част от останалите страни (към края на 2009 година - 187 страни). Съгласно протокола от Киото количеството на парниковите газове трябва да бъдат намалени с 5.2 % спрямо нивото им от 1990 година.

За съжаление той все още не е ратифициран от САЩ, Австралия, Китай и Индия, които са най-големите замърсители на атмосферата.

Подготовка за бъдещето

Когато и трите най-мощни двигатели в настоящия свят на енергетиката – потребностите, доставките, и въздействието върху околната среда – се очаква да претърпят съществена промяна, светът е изправен пред ера на революционни преходи и съществени проблеми. И въпреки че цените на енергията и развитието на новите технологии ще бъдат движеща сила за някои от преходите, политическият и социалният избор са тези, които ще играят решаваща роля.

Резултатът ще зависи и от това, доколко ще има готовност за преходите, когато те се случат, защото в течение на следващото десетилетие няма да има ясна стратегия за това какво всъщност трябва да бъде здравословното развитие.

Под повърхността на този “обикновен делови” свят, преходите вече започват: правителства и компании се подготвят за дългосрочни алтернативи; обсъждат се законови рамки; и тъй като не се очаква да се намери идеалното решение, започват да се развиват нови технологични комбинации, съществуващи възобновяеми източници биват интегрирани в съществуващите енергийни системи; и се изграждат нови инфраструктури, като тези за улавяне и складиране на въглеродния диоксид (УСВД), а старите и неефективни такива се спират от експлоатация.

Хората започват да осъзнават, че използването на енергията може както да помага, така и да застрашава това, което те ценят най-много – тяхното здраве, тяхното общество и тяхната околна среда, бъдещето на техните деца и самата планета. Тези дълбоко лични надежди и страхове могат да се засилят и да си взаимодействат по начини, водещи до различни резултати, и да ни въведат в новата енергийна ера по много различни пътища.

Приемайки факта, че дълбоката промяна е неизбежна, възниква въпросът – как ще се осъществи тя? Дали националните правителства просто ще се надпреварват, за да осигурят собствените си енергийни доставки? Или ще се откриват и използват нови възможности на база на сътрудничество между различни нива на обществото и правителствата, започвайки от локално и стигайки до международно ниво, което води до оформянето и реализацията на нова енергийна рамка?