

Экологические проблемы энергетики

И вместе с тем проблема энергии, с нашей точки зрения, может создать серьёзные трудности, а может быть, и поставить границы для развития человечества на Земле. Не нехватка, а избыток энергии, расходуемой на планете, может привести к такой ситуации».

Академик Е.К. Фёдоров

Человек, как и все живые организмы, не может существовать без постоянного потребления энергии. Количество энергии, необходимое человеку в виде пищи, хорошо известно и составляет 2,9 кВтч/сутки. Но уже в первобытном обществе суммарное потребление энергии каждым индивидуумом значительно превышало эту величину. Человеку было недостаточно тепловой энергии солнечного излучения для приготовления пищи, обогрева жилища и т.д. Необходимое дополнительное количество энергии получали за счёт сжигания топлива растительного происхождения.

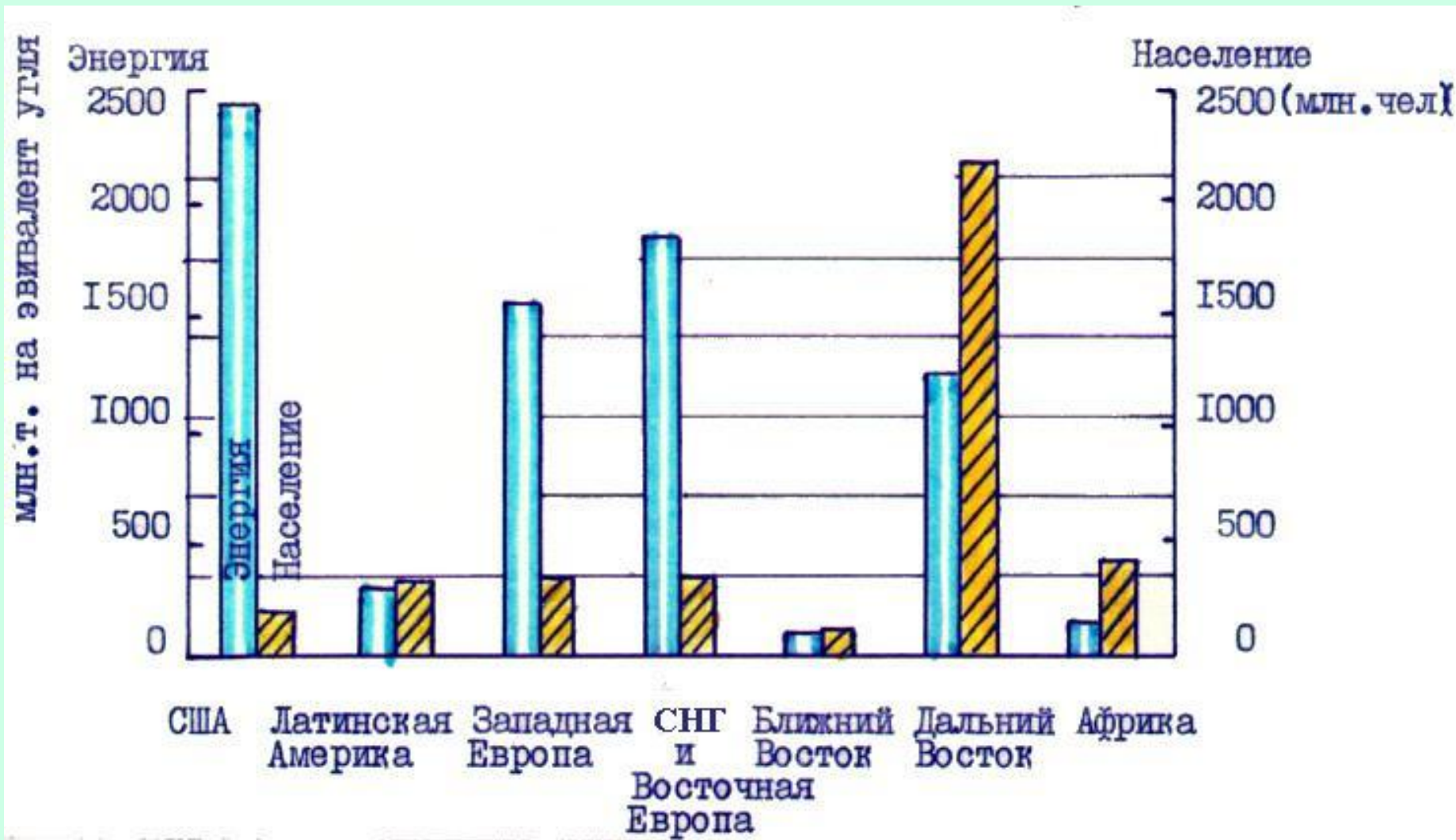


Рис...Потребление энергии в различных странах.

Основные способы получения энергии

Россия

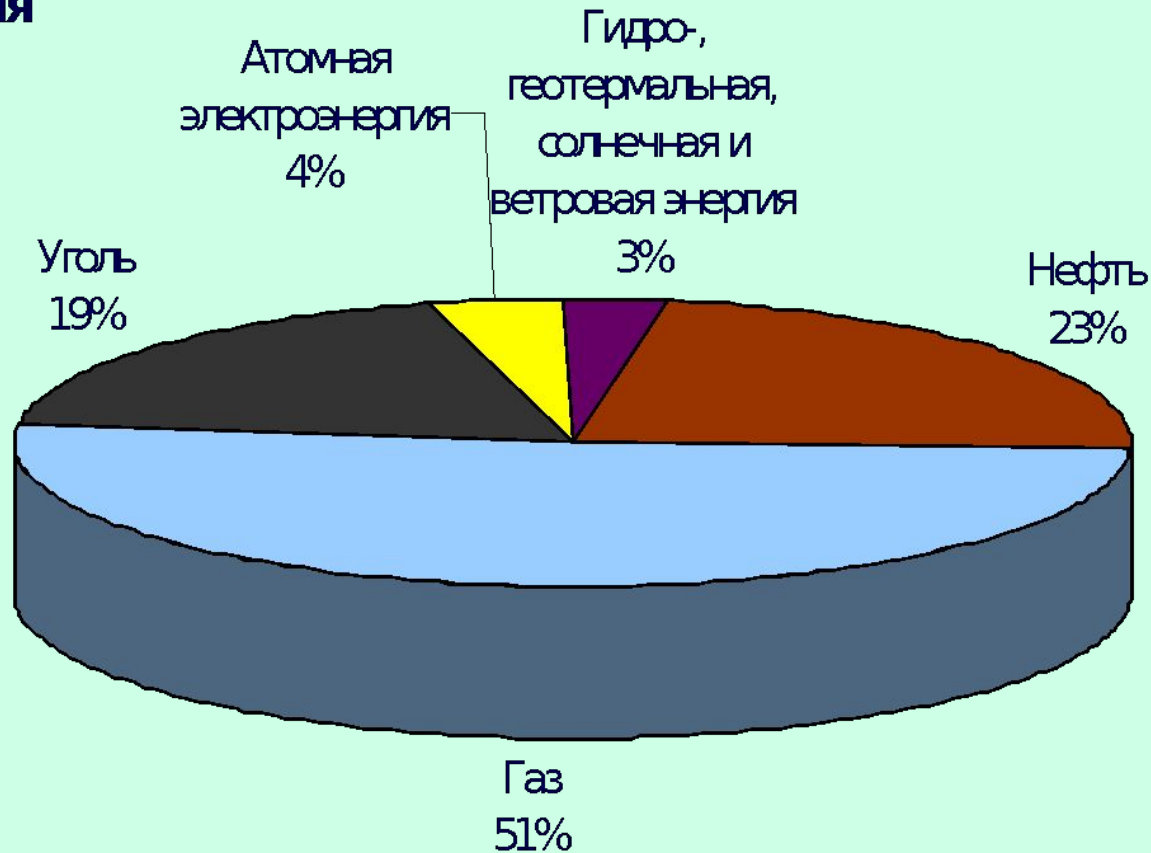


Рис... Структура потребления первичных энергетических ресурсов, в %.

Мир

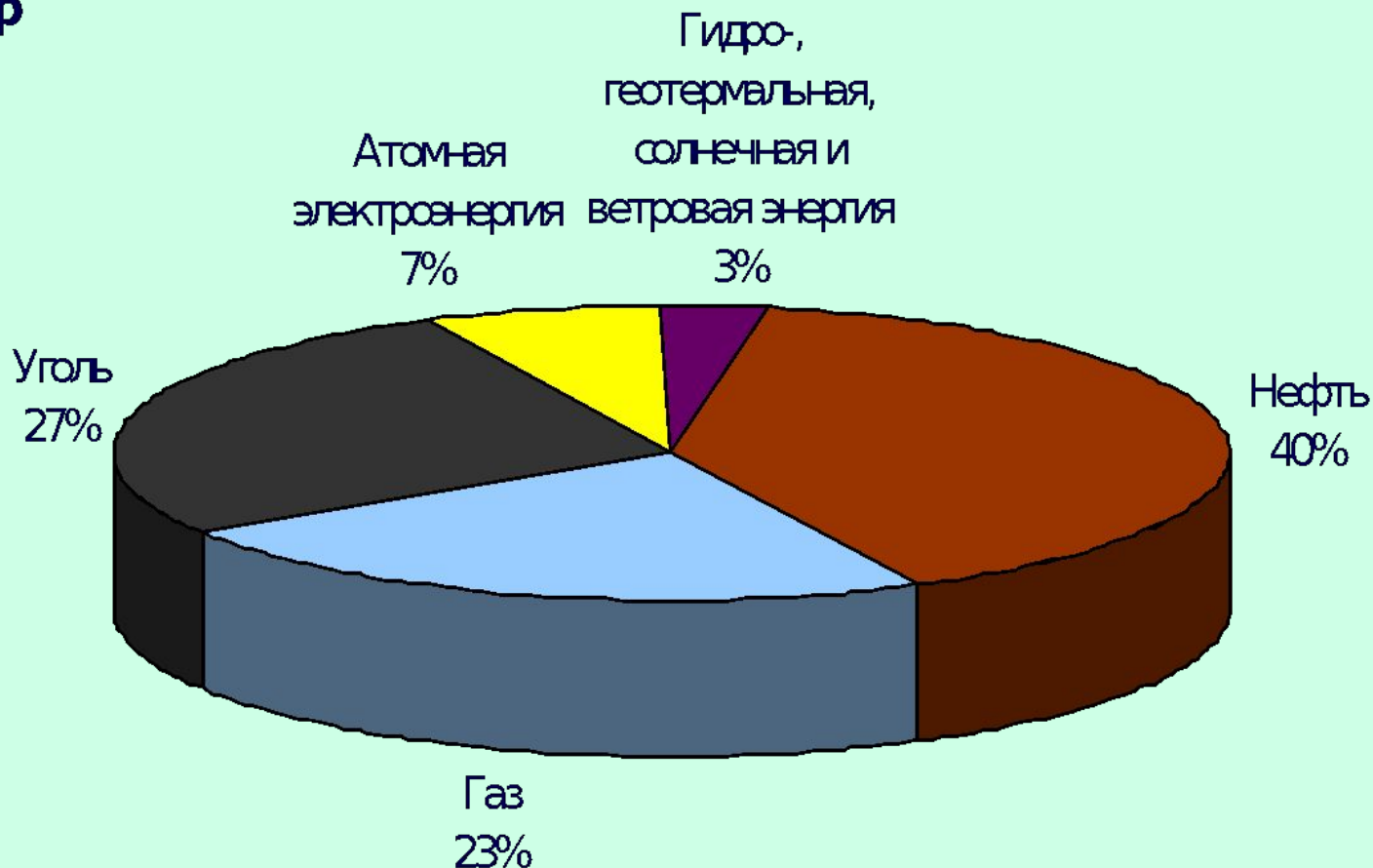


Рис... Структура потребления первичных энергетических ресурсов, в %.

Доля электроэнергии в общем балансе использования энергии в мире продолжает неуклонно увеличиваться опережающими темпами.

Так, в РФ начиная с 1950 г. доля первичных энергоресурсов, используемых на выработку электроэнергии, увеличилась с 14 почти до 27%, а с учётом затрат на производство тепла на электростанциях – до 50%. И тому есть немало причин. Среди них выделяются следующие:

- ✓ электричество – единственный вид энергии, который удаётся производить в больших количествах, передавать на большие расстояния и сравнительно просто распределять между различными потребителями;**
- ✓ технологии, использующие электроэнергию, обладают меньшей трудоёмкостью по сравнению с технологиями на основе других энергоносителей, что особенно важно в свете растущего дефицита трудовых ресурсов;**

- ✓ **широкая электрификация производственных процессов способствует эффективному росту производительности труда, без электрификации невозможна и компьютеризация производства;**
- ✓ **электроэнергия является универсальным энергоносителем. Универсальность электричества проявляется как в сравнительной лёгкости преобразования в другие формы энергии, так и в возможности использования для получения электроэнергии практически любого первичного источника энергии, рентабельного на данном этапе;**
- ✓ **в сфере энергопотребления электричество выступает как экологически чистый энергоноситель (не учитывая тепловое загрязнение).**

Общий коэффициент полезного использования энергии на тепловых электростанциях может быть определён из коэффициента превращения энергии на отдельных стадиях этого процесса.

Преобразование химической энергии в тепловую в мощных паровых котлах протекает с КПД = 88%. В паровой турбине в среднем 42% тепловой энергии превращается в кинетическую. КПД электрогенератора значительно выше и составляет 98%. Таким образом, суммарный КПД превращения химической энергии в электрическую в этом цикле составит всего 36%.

$$\text{КПД}_{\text{тэс}} = 0,88 \cdot 0,42 \cdot 0,98 = 36\%$$

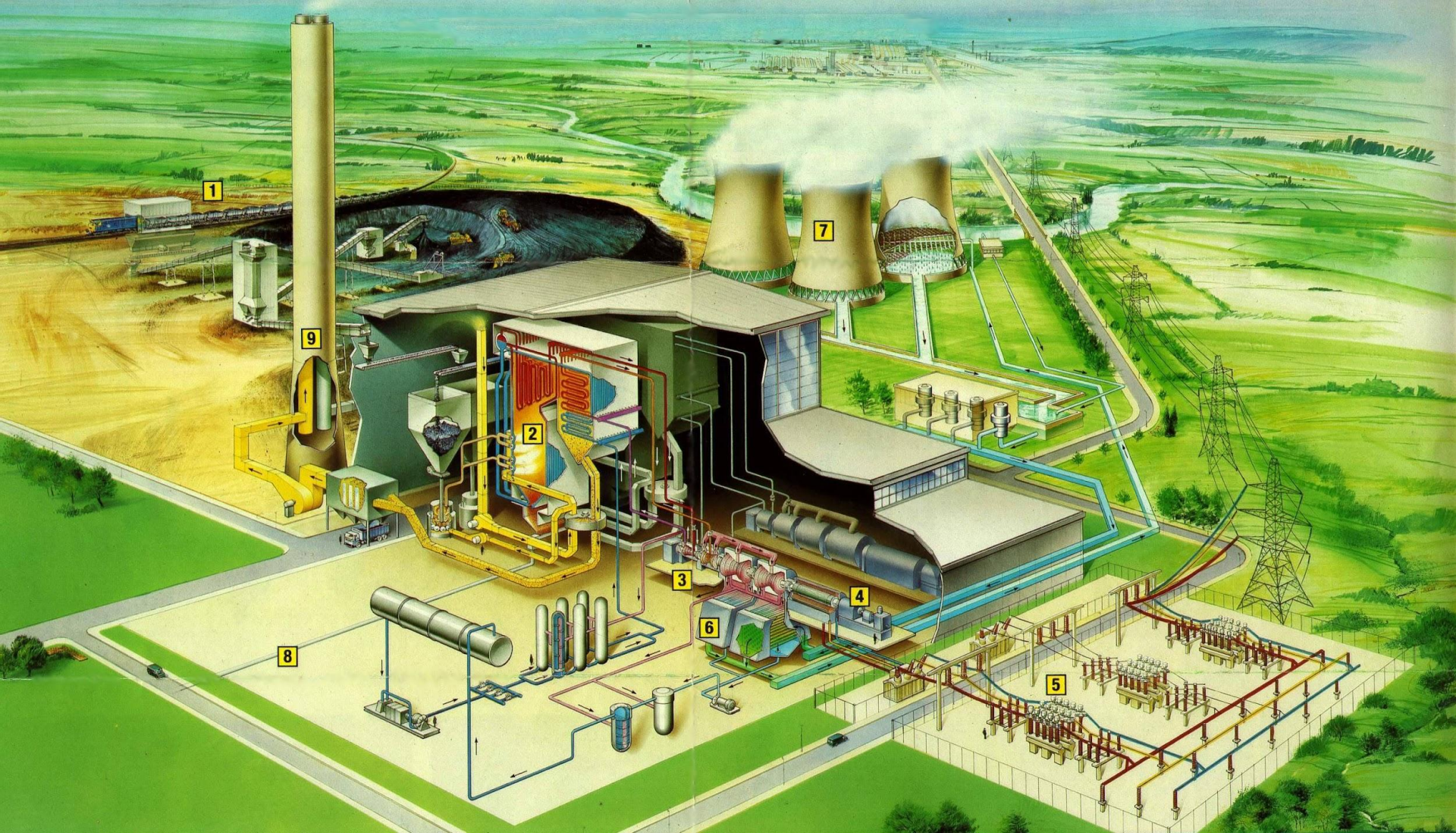


Рис...Тепловая электростанция, работающая на угле: 1 – уголь; 2 – топка с котлом и пароперегревателем; 3 – турбина; 4 – генератор; 5 – трансформатор; 6 – конденсаторы; – градирня; 8 – зола; 9 – труба.

Солнечная энергия

Следует различать три существующих пути в технике использования солнечной энергии:

- ✓ преобразование солнечной энергии в электрическую;
- ✓ получение тепловой энергии;
- ✓ производство биомассы, концентрирование солнечной энергии автотрофными организмами и последующее использование их химической энергии.

Работы по трансформации солнечной энергии в электрическую ведутся по двум направлениям:

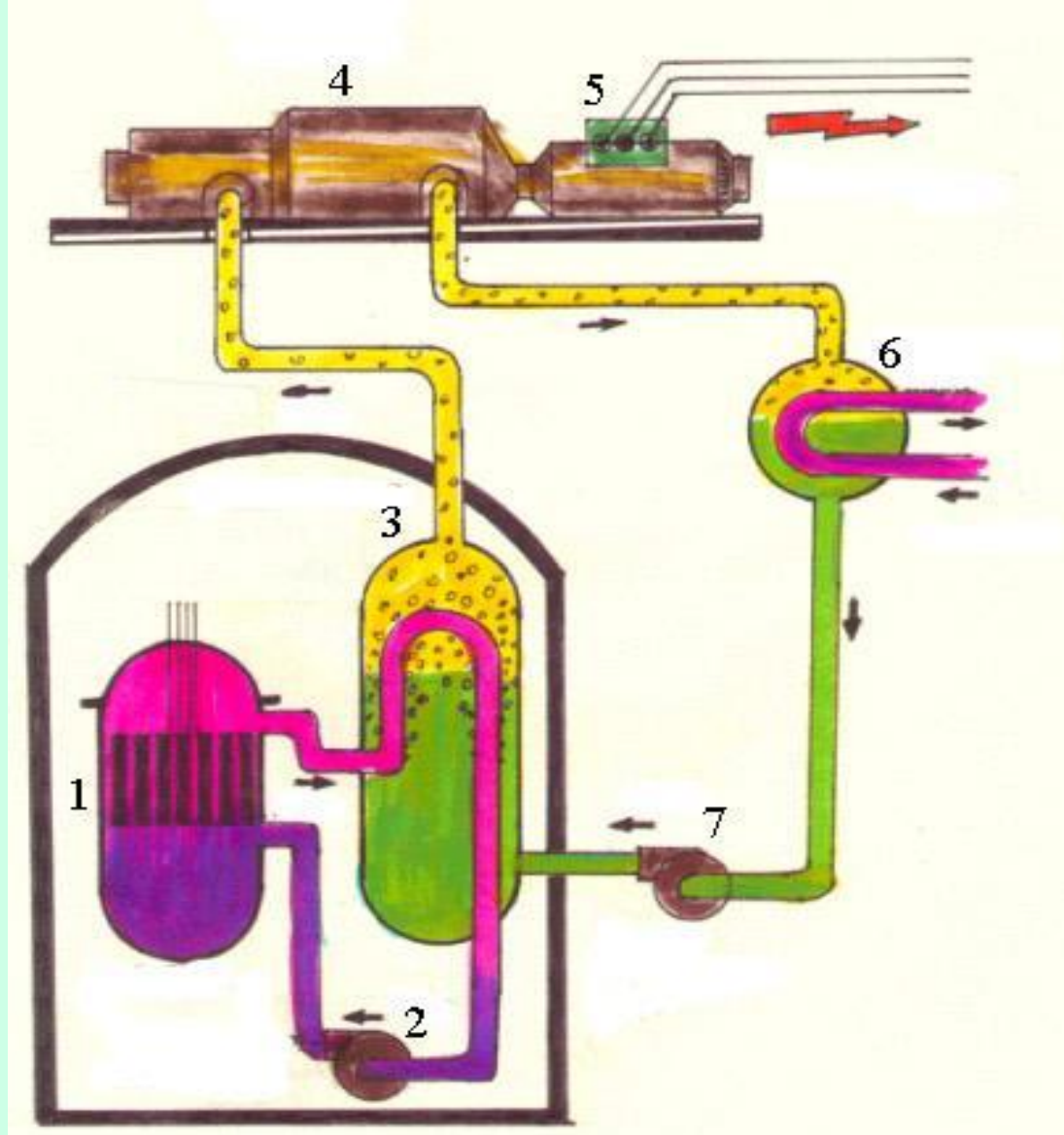
- ✓ создание солнечных электростанций (СЭС), в которых теплоэлектропаровой котел, характерный для ТЭС, заменён на солнечный паровой котёл;
- ✓ разработка полупроводниковых фотоэлектрореобразователей – фотоэлементов, способных превращать солнечную энергию непосредственно в электрическую.

Использование солнечной энергии экологически наиболее оправдано: нет вредных выбросов и нет нарушения баланса энергии, так как сколько энергии попадает на её приёмник (например, панель солнечной батареи), ровно столько энергии будет выделено, в конце концов, в пространство Земли, т.е. не имеет значения, поглощается ли энергия поверхностью Земли напрямую или после её использования.

- **Автотрофные организмы ежегодно ассимилируют в результате процесса фотосинтеза около 200 млрд. т углерода, превращая его в органические соединения. Общее энергосодержание образующейся при этом биомассы оценивается в 31021 Дж. Эта величина примерно в 10 раз превышает ежегодное мировое потребление энергии и в 200 раз больше энергосодержания ежегодно потребляемой человечеством пищи.**
- **Эффективность фотосинтеза с точки зрения трансформации солнечной энергии крайне низкая, в среднем 0,1% от теоретической (равной 15%). Однако имеются растения, которые используют 1 и даже 3% солнечной энергии (некоторые растения на севере).**
- **Общее количество энергии солнечного излучения, получаемое поверхностью Земли за год, более чем в 20000 раз превышает современный уровень мирового производства энергии.**

Ядерная энергетика

Источником энергии на атомных электростанциях (АЭС) является процесс деления тяжёлых ядер при взаимодействии их с нейтронами. Полное энерговоыделение на один элементарный акт деления составляет 200 МэВ. Такое высокое энерговоыделение и определяет огромную теплотворную способность ядерного топлива, **превышающую теплотворную способность органического топлива в миллионы раз.** В соответствии с принципом, положенным в основу получения управляемой реакции деления, все ядерные реакторы делятся на два типа: **реакторы на тепловых или медленных нейтронах и реакторы на быстрых нейтронах или реакторы-размножители.**



**Рис...Схема устройства АЭС с водо-водяным реактором:
 1 – реактор; 2 – насос первичной воды; 3 – парогенератор; 4 – паровая турбина; 5 – электрический генератор; 6 – конденсатор пара; 7 – насос вторичной воды**



**Рис... Внешний вид атомной электростанции,
г. Северск, Томская обл.**

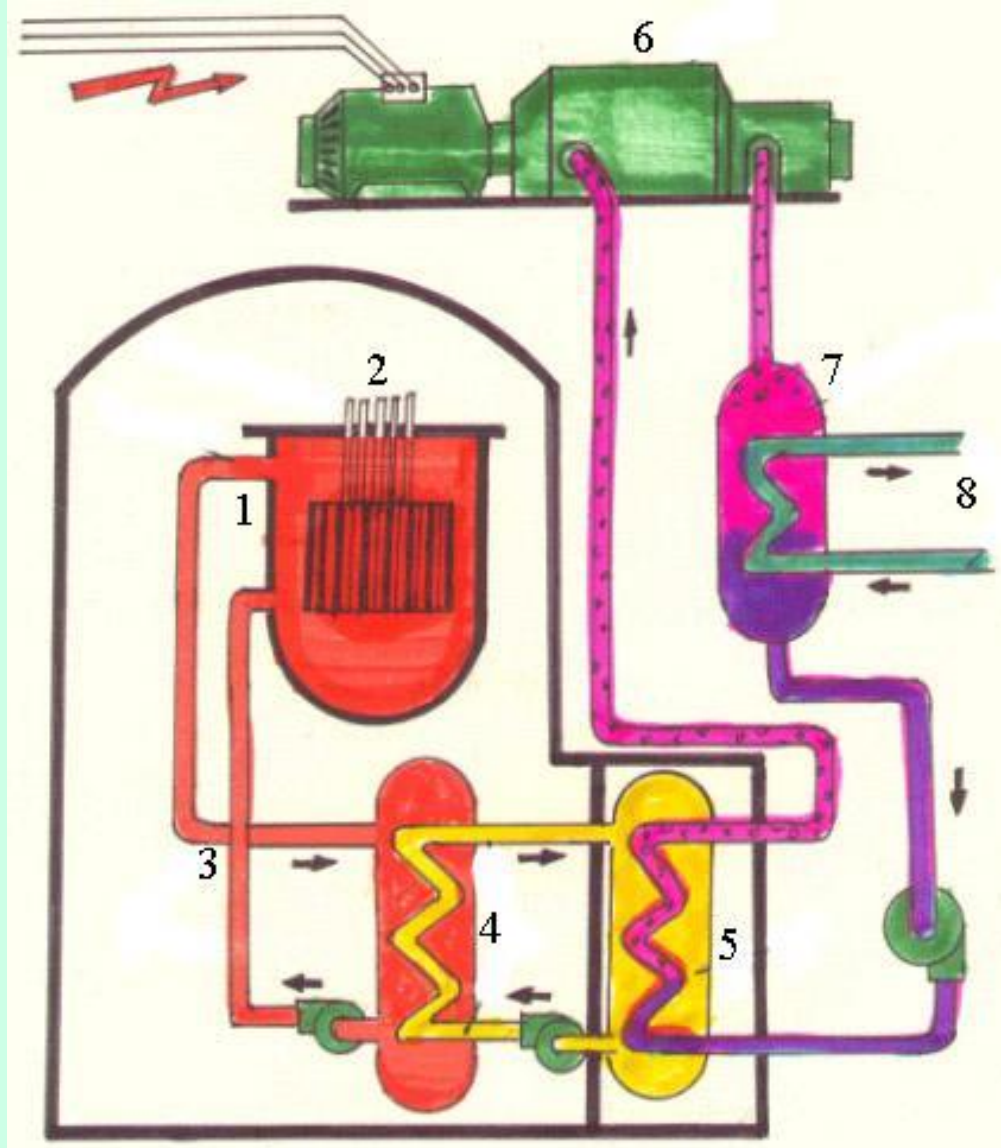


Рис...Схема устройства АЭС с реактором на быстрых нейтронах:

1 – реактор; 2 – регулирующие стержни; 3 – первичный контур, теплоноситель – металлический натрий; 4 – второй натриевый контур; 5 – парогенератор; 6 – турбогенератор; 7 – конденсатор пара; 8 – охлаждающая вода

Водородная энергетика

Водород является искусственным топливом и в настоящее время рассматривается как перспективный энергоноситель, по некоторым показателям превосходящий даже наиболее широко используемый в настоящее время энергоноситель – электроэнергию. В природе нет доступных для промышленного использования количеств газообразного водорода, поэтому получение водорода в качестве топлива всегда требует затрат первичной энергии ископаемого топлива, ядерной, солнечной или других её видов. Одно из основных преимуществ водорода по сравнению с электроэнергией является возможность его накопления и хранения в жидком или газообразном состоянии.

Производство и потребление электроэнергии жёстко связаны между собой. Но объём потребления энергии является неравномерным в течение суток и на протяжении всего года. Это приводит к необходимости работы электрогенерирующих установок в переменном режиме, при этом неизбежно возникают сложности в эксплуатации оборудования, падает эффективность преобразования энергии.

Ещё одним преимуществом использования водорода в качестве энергоносителя является возможность более экономичного, по сравнению с электроэнергией, его транспортирования на большие расстояния, хотя здесь есть ещё немало нерешённых проблем.

Перспективность использования водорода в качестве энергоносителя определяется и рядом других его свойств, среди которых необходимо назвать следующие:

- ✓ высокое удельное энергосодержание в расчёте на единицу массы (в три раза выше, чем у природного газа);**
- ✓ возможность использования для получения энергии имеющихся в промышленности газовых горелок и двигателей внутреннего сгорания на транспорте без серьёзных их модификаций;**
- ✓ в химической промышленности и металлургии водород может быть использован в качестве восстановителя;**
- ✓ производство его возможно несколькими способами (химическим, электрохимическим, биологическим);**
- ✓ возможна организация экономически оправданного децентрализованного производства и использования водорода.**

Запасы энергетических ресурсов и их роль в современной энергетике

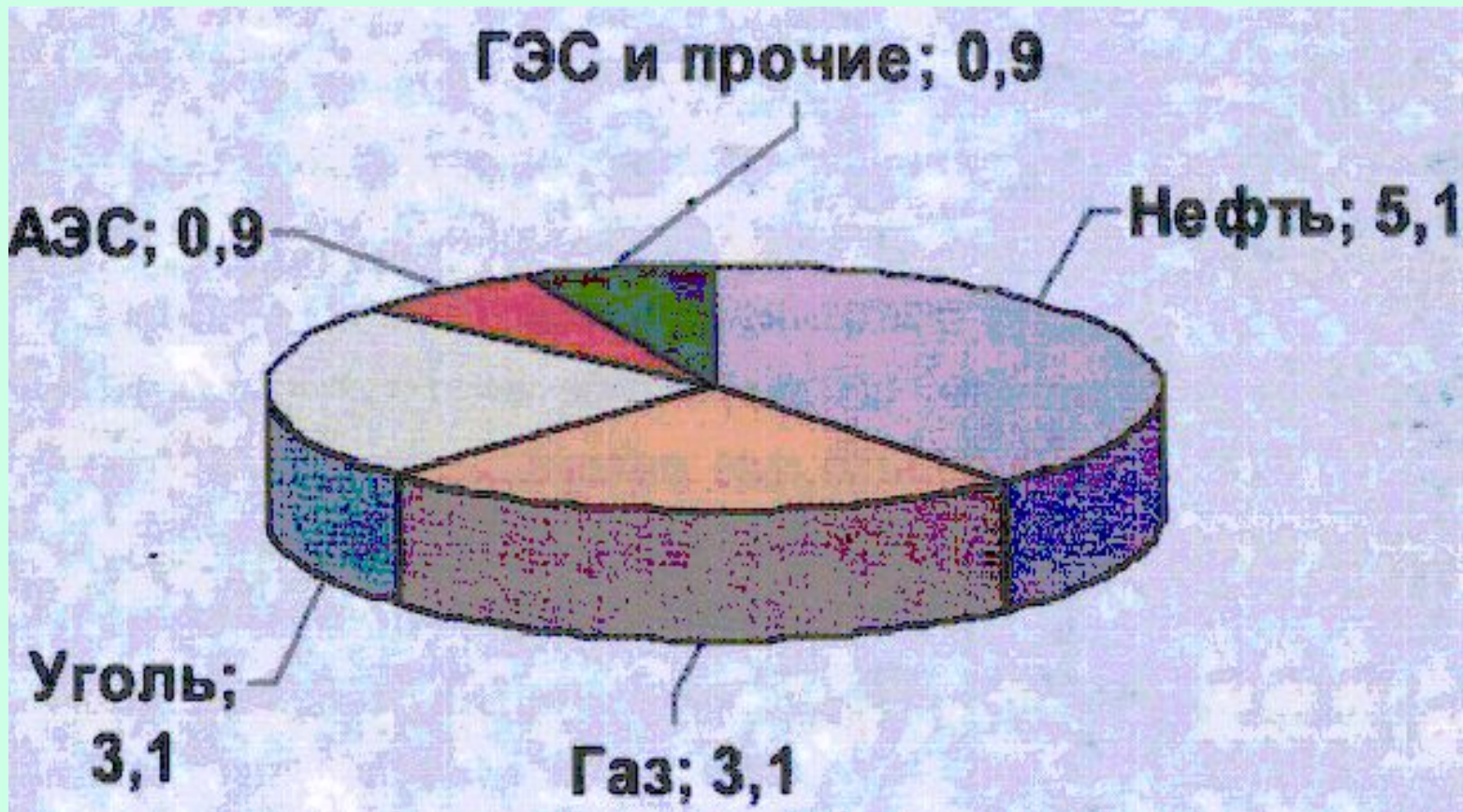


Рис... Структура мирового энергетического баланса (в начале XXI века, 13 млрд. т условного топлива).

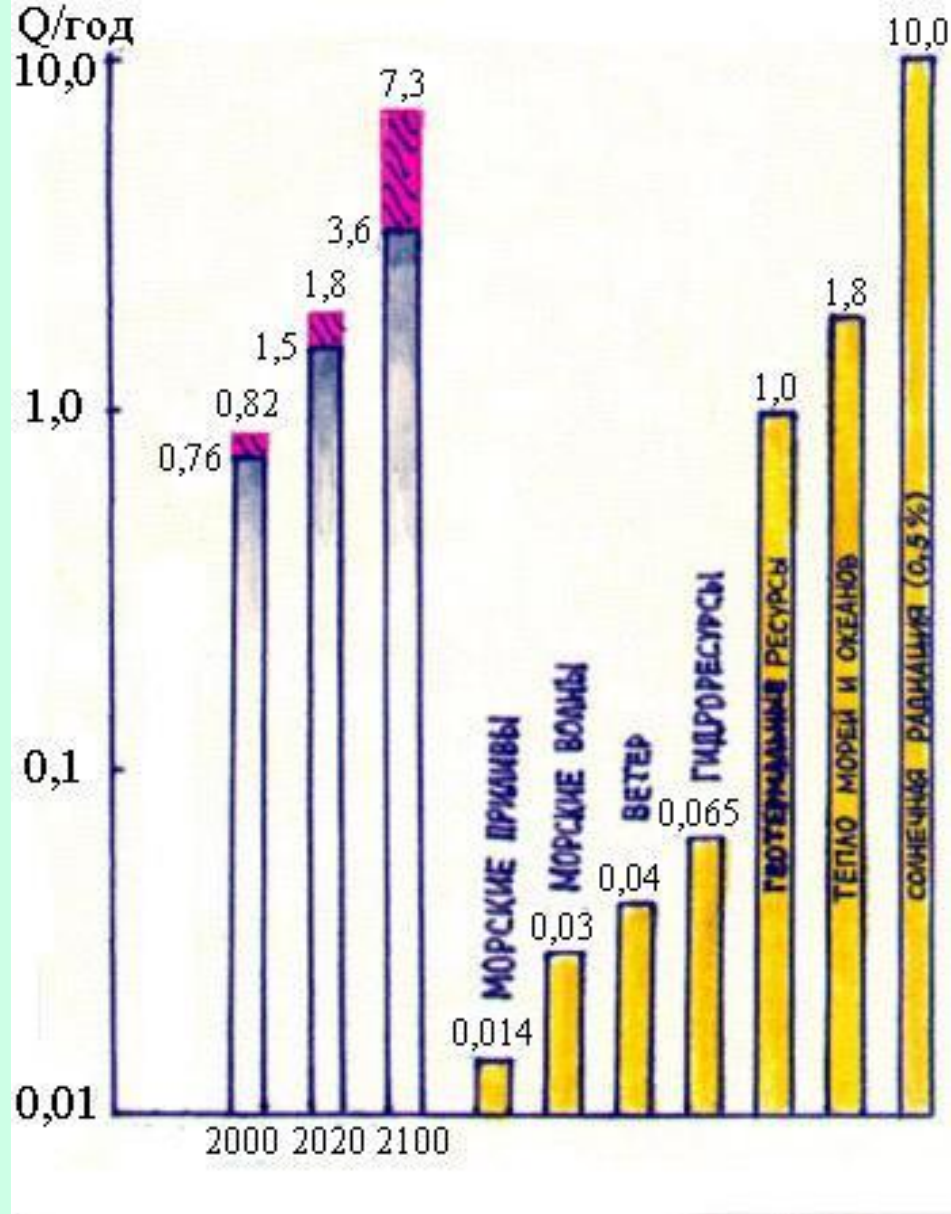


Рис...Сравнение ежегодных потребностей в энергии по двум сценариям (0,76 и 0,82) (а) с потенциальными возможностями возобновляемых источников энергии (б).

Возобновляемые источники энергии

К ним относятся: реки (гидроэнергетика), морские приливы и отливы, тепло Земли (геотермальная энергия) и Солнца (непосредственно энергия солнечной радиации или энергия ветра, морских волн, тепла морей и океанов).

Солнечная энергетика

В последнее время интерес к проблеме использования солнечной энергии резко возрос.

Потенциальные возможности энергетики, использующей непосредственно солнечную радиацию, чрезвычайно велики. Общее количество солнечной энергии, проходящей через атмосферу и достигающей поверхности Земли, оценивается в $2000Q$ в год. Использование лишь $0,01\%$ этой энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а $0,5\%$ – полностью покрыть потребности и на перспективу.

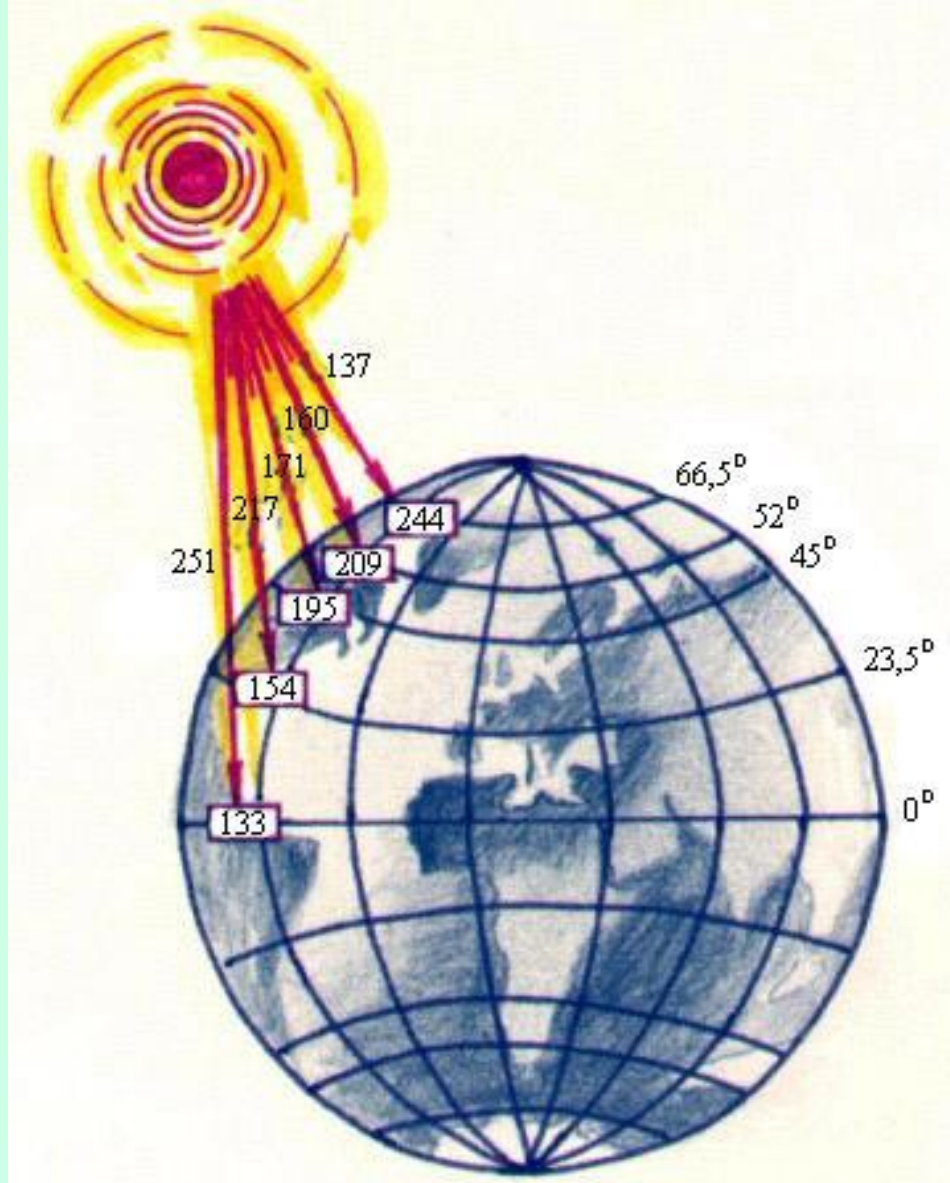


Рис...Интенсивность солнечной радиации и площадь поверхности Земли, на которую ежегодно падает поток солнечной энергии, равный $1Q$, на различных широтах. Так на экваторе интенсивность составляет 251 Вт/м^2 , необходимая площадь – 133 тыс. км^2 .

Широко бытующее утверждение об экологической «чистоте» солнечной энергетики недостаточно обосновано. Сама энергия да. Но для того чтобы её уловить, и трансформировать в удобную для потребления форму, нужны соответствующие устройства, а это материалы. В процессе добычи сырья и получения этих материалов для изготовления необходимых устройств будет происходить существенное загрязнение окружающей среды.

Ядерная энергетика и её ресурсы

Термоядерная энергетика, основанная на синтезе ядер дейтерия или ядер дейтерия и трития, многократно расширяют сырьевую базу ядерной энергетики. В термоядерной реакции D -

T условно лимитирующим фактором оказываются ресурсы не дейтерия, а лития.

Трития в природе практически нет. Его получают искусственно, облучая ядра лития нейтронами.

Литий лимитирует развитие энергетики условно, поскольку его ресурсов достаточно, чтобы обеспечить потребности на многие столетия.

Переход же к термоядерной энергетике на основе синтеза только ядер дейтерия открывает неограниченные возможности для производства энергии.

Многолетний опыт эксплуатации АЭС и исследовательских реакторов в нашей стране показывает, что атомная энергетика не только не увеличивает загрязнения биосферы, но и способствует её оздоровлению.

АЭС не требует кислорода для сжигания топлива и не выбрасывает оксидов углерода, не загрязняет воздушный бассейн оксидами серы, азота, тяжёлыми металлами, фенолами и канцерогенными веществами, летучей золой и другими вредными компонентами.

Выбросы радиоактивных веществ от АЭС в расчёте на единицу электрической мощности на порядок ниже выбросов естественных радиопродуктов, содержащихся в органическом топливе (например, в угле) ТЭС.

Мировые ресурсы ядерной энергетики

Принцип производства энергии	Вид ресурса	Ресурсы в энергетическом эквиваленте, равном Q
Реакторы на тепловых нейтронах	Уран при затратах на извлечение до 130 долл./кг	40
Реакторы-размножители	Уран при затратах на извлечение: до 130 долл. / кг до 295 долл. / кг уран в океане уран в земной коре на глубине до 500 м	1000 2500 340000 670000
Термоядерные реакторы	Литий (как источник трития) при затратах на извлечение до 60 долл./кг природного лития литий в океане дейтерий в океане	1900 2750000 4000000000



0,4% радиоактивные осадки
0,4% разные источники
0,4% профессиональное облучение
0,1% атомная промышленность

Рис...Средняя доза облучения населения Великобритании.

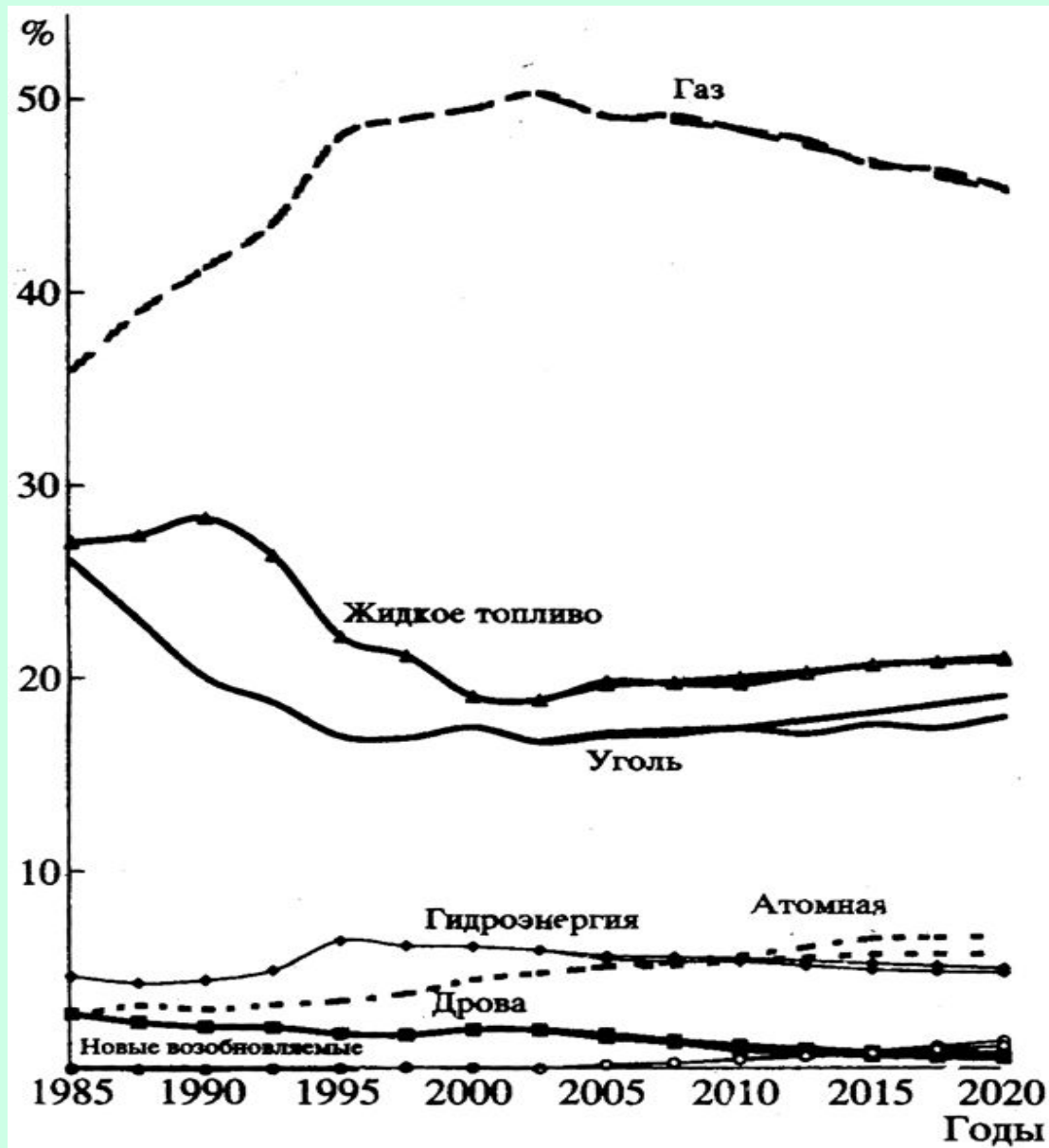


Рис...Эволюция структуры потребления энергоресурсов в России.

Энергоёмкость экономики и энергосбережение

Энергоёмкость социальных расходов

Страна	Социальные расходы (капитал) на душу населения, тыс. долл./чел. в год	ВВП на душу населения, тыс. долл./чел. в год	Душевое энергопотребление, т условного топлива/чел. в год	Энергоёмкость социальных расходов, т условного топлива/1 тыс. долл.
Франция	7,6	21,6	6,4	0,84
Израиль	3,0	12,7	4,4	1,46
Финляндия	5,0	23,7	8,9	1,78
США	3,0	22,6	12,4	4,13
Индия	0,06	0,6	0,25	4,17
Болгария	0,5	2,0	3,9	7,80
Россия	0,3	4,0	6,2	20,70

Анализ процессов трансформации энергии.

Согласно установившейся трактовке закона сохранения энергии, энергия не может быть уничтожена или получена из ничего, она может лишь переходить из одного вида в другой. Это утверждение справедливо лишь в случае перевода любого вида энергии в тепловую энергию. Процесс обратной трансформации тепловой энергии в другие виды энергии не всегда возможен и, если происходит, то в любом случае не полностью.

Тепловая энергия – результат неупорядоченного движения молекул и атомов вещества, в то время как другие виды энергии – результат упорядоченного движения.

Как и в жизни, порядок просто превратить в хаос, а сделать наоборот гораздо труднее, так и в случае превращения неупорядоченного движения в упорядоченное.

Пример: необходимо рассчитать количество природного газа, для нагрева 1 м^3 воды от $0\text{ }^{\circ}\text{С}$ до $100\text{ }^{\circ}\text{С}$ в случае, если нагрев осуществляется электронагревателем (КПД 98%) и газовой горелкой (КПД 62%).

Решение: для нагрева 1 м^3 воды от $0\text{ }^{\circ}\text{С}$ до $100\text{ }^{\circ}\text{С}$ необходимо затратить:

$$Q_T = V_0 \times C \times T = 1000 \times 1 \times 100 = 10^5 \text{ ккал},$$

где Q_T – количество тепловой энергии (ккал); V_0 – объём воды (м^3); C – теплоёмкость воды равная $1 \text{ ккал}/(\text{моль} \times \text{град.})$;
 T – разность температур.

Так как КПД электронагревателя равен 98%, затраты электрической энергии составят:

$$Q_{\text{э}} = = 1,02 \times 10^5 \text{ ккал}.$$

Общий КПД электростанции, работающей на природном газе, составит:

$$\text{КПД}_{\text{общ.}} = 0,37 \times 0,98 \times 100\% = 36\%,$$

поэтому потребность в тепловой энергии, образующейся при сжигании природного газа на ТЭС будет:

$$Q_{\text{общ.}} = \frac{1,02 \times 10^5}{36} \times 100 = 2,83 \times 10^5 \text{ ккал}.$$

Принимая теплотворную способность природного газа, равную 9000 ккал/м³, определим потребность в природном газе:

$$V_{\Gamma} = \frac{2,83 \times 10^5 \text{ ккал} \times \text{м}^3}{9000(\text{ккал})} = 31,4 \text{ м}^3 .$$

В случае непосредственного нагрева воды газовой горелкой потребность в тепловой энергии составит:

$$Q_{\Gamma} = \frac{10^5 \text{ ккал}}{62} \times 100 = 1,61 \times 10^5 \text{ ккал} .$$

Расход природного газа, имеющего ту же теплотворную способность, равен:

$$V_{\Gamma}^1 = \frac{1,16 \times 10^5 \text{ ккал} \times \text{м}^3}{9000 \text{ ккал}} = 12,9 \text{ м}^3 .$$

Энергосбережение на сегодняшний день является самым эффективным, дешёвым и экологически обоснованным средством для решения энергетических проблем, особенно в РФ.

Уменьшение концентрации оксидов азота в отходящих газах тепловых электростанций в зависимости от метода регулирования процессов горения, %

Вид топлива	Приёмы регулировки процессов горения					
	Уменьшение расхода воздуха	Двух-стадийное горение	Двух-стадийное горение и уменьшение расхода воздуха	Рециркуляция дымовых газов	Рециркуляция и уменьшение расхода воздуха	Добавление воды в зону горения
Природн. газ	33	50	90	33	80	10
Мазут	33	40	73	33	70	10
Уголь	25	35	60	33	55	10

Среднее содержание некоторых токсичных компонентов в земной коре и угольной золе, г/т

Элемент	Земная кора	Угольная зола	Элемент	Земная кора	Угольная зола
B	3	600	Co	18	300
Ge	7	100	Be	6	300
As	1,7	500	Pb	16	100
U	2,5	400	Ca	0, 13	5
V	150	2800	Ni	58	700

Экологические требования, вытекающие из обязательств РФ по Рамочной Конвенции об изменении климата

Была принята в 1992 г. и вступила в силу в 1994 г.

На 1 сентября 1999 г. участниками Конвенции являлись 166 государств, 151 из которых Конвенцию ратифицировали, в том числе РФ.

На Третьей конференции об изменении климата (1997 г.) в Киото был принят заключительный протокол, который предусматривает общее сокращение выбросов «парниковых» газов в атмосферу на 5,2%.

В соответствии с Киотским протоколом к 2008-2012 гг. страны Европейского союза сокращают выбросы «парниковых» газов на 8%, США на 7% и Япония на 6% от уровня 1990 г.

РФ разрешено к 2012 г. сохранить выбросы на уровне 1990 г. Россия ратифицировала конвенцию в 2004 г. и с этого времени она заработала.

За превышение выбросов сверх разрешённых установлены санкции.

Неиспользованные квоты выбросов можно продать.

Суть Киотского протокола в том, что он впервые предложил экономические механизмы по энергоэффективности и сбережению ресурсов и стимулировал энергосбережение.

**Для расчёта эмиссии углекислого газа
были обоснованы и приняты
национальные коэффициенты эмиссии**

Таблица

Коэффициенты эмиссии CO₂ для РФ

<i>Вид топлива</i>	<i>Коэффициенты эмиссии</i>	
	т CO₂/т у.т.	т С/ТДЖ
Твёрдое топливо	2,76	25,68
Газообразное топливо	1,62	15,07
Мазут	2,28	21,22

Влияние «парниковых газов» на изменение климата

Анализ данных изменения концентрации CO_2 , CH_4 и изменения температуры за 400 тыс. лет до н.э. и изменению температуры за более длительный период показал, что они изменялись в широких пределах периодически под влиянием природных (космических) причин поскольку менялась орбита Земли и наклон её оси вращения, а следовательно, и количество энергии поступающей на Землю от Солнца. Также было отмечено, что повышению концентрации «парниковых газов» предшествовало повышение температуры, а не наоборот. И это находит логичное объяснение в выделении газов при повышении температуры океана – главного резерва этих газов.

Основная причина изменения климата - космическая.

**Антропогенное влияние на климат
оценивается примерно в 10%.**

**Киотского протокола прежде всего
стимулирует энергосбережение, а
уменьшение выбросов «парниковых
газов» сокращает выбросы и других,
токсичных загрязнителей атмосферы,
что безусловно идёт на пользу людям
(сохраняет здоровье!).**

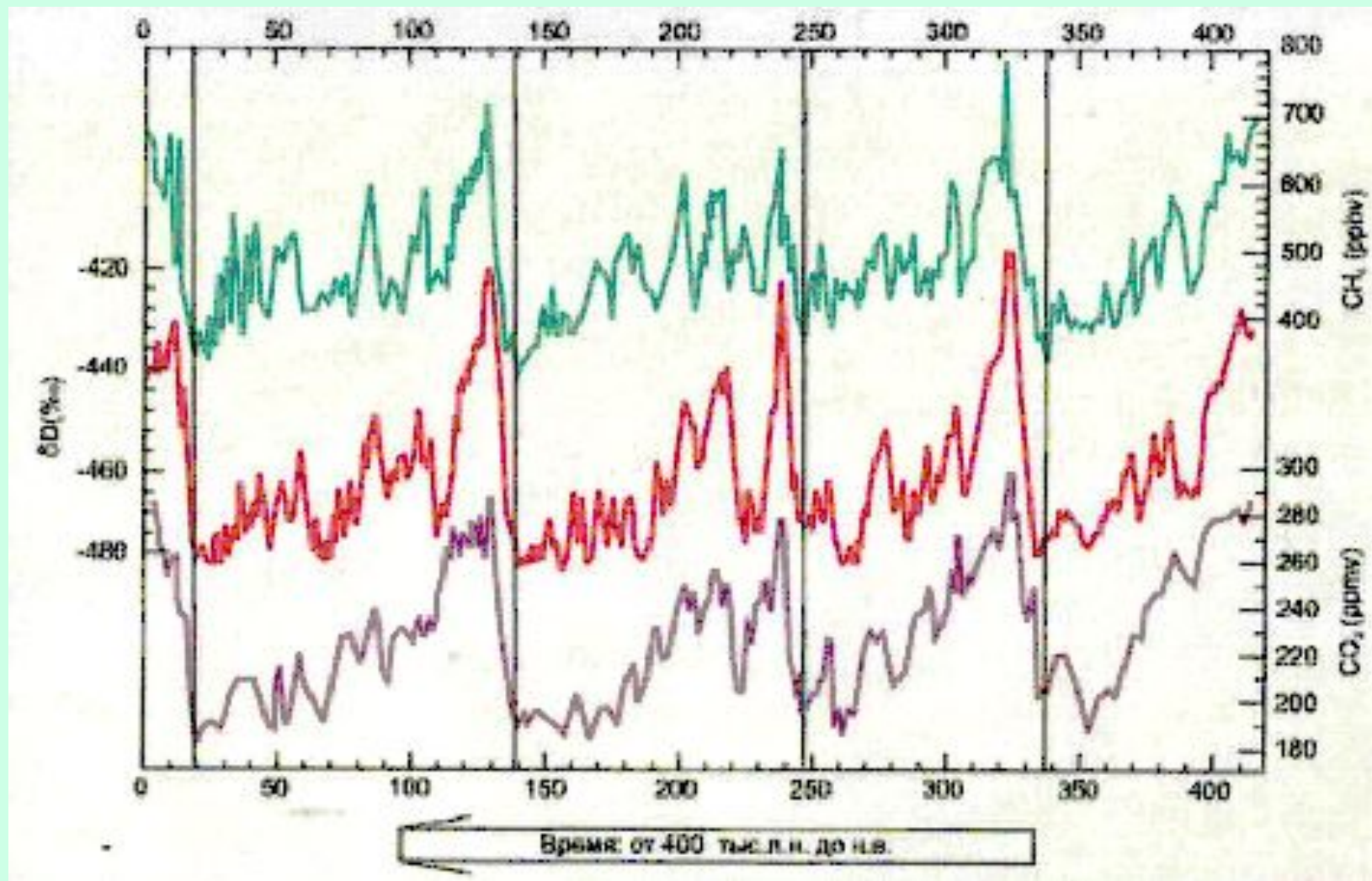


Рис...Динамика изменения содержания CO_2 и CH_4 за последние 400 тыс. лет.

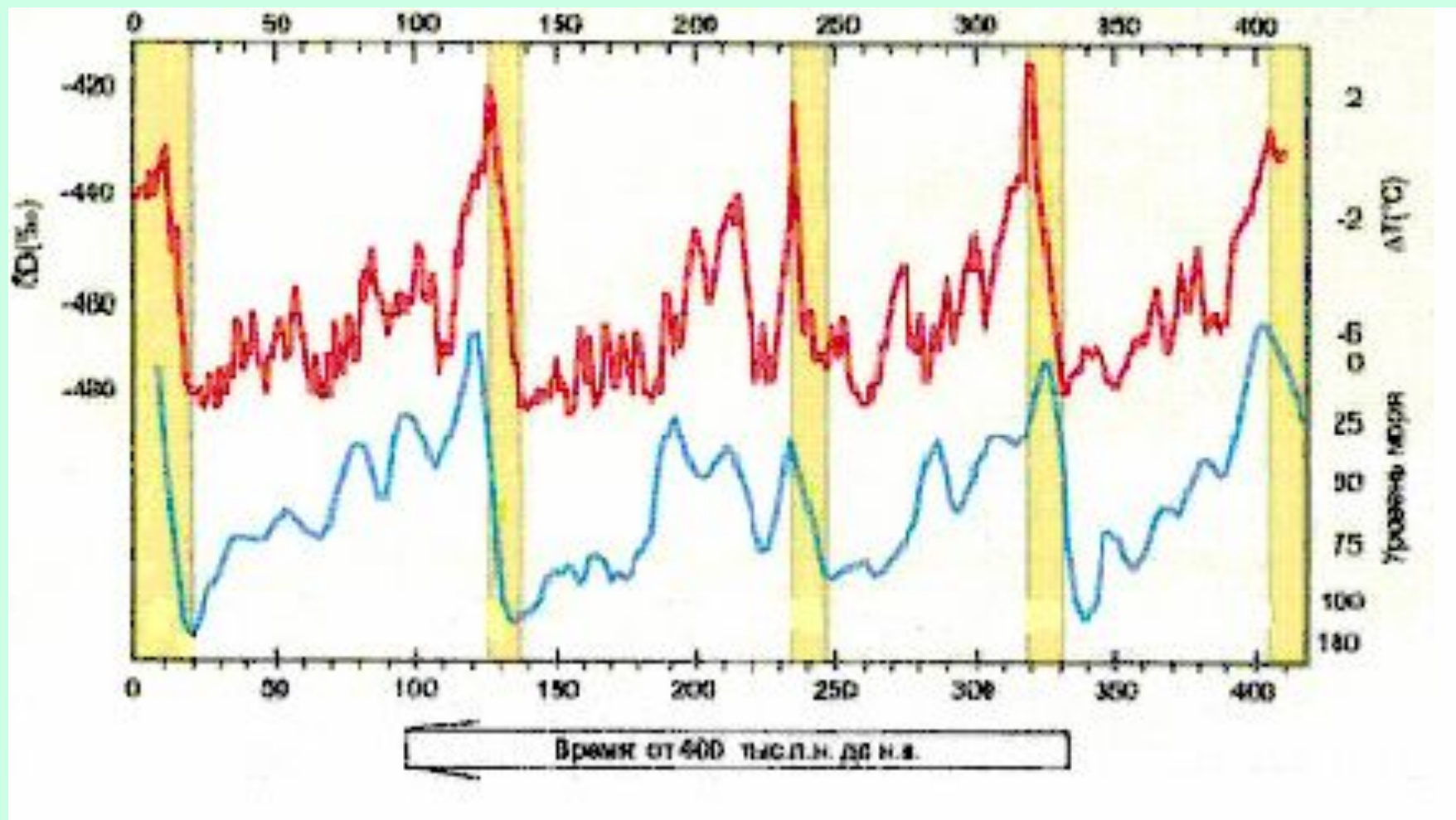


Рис...Динамика изменения уровня океана и температуры за последние 400 тыс. лет.

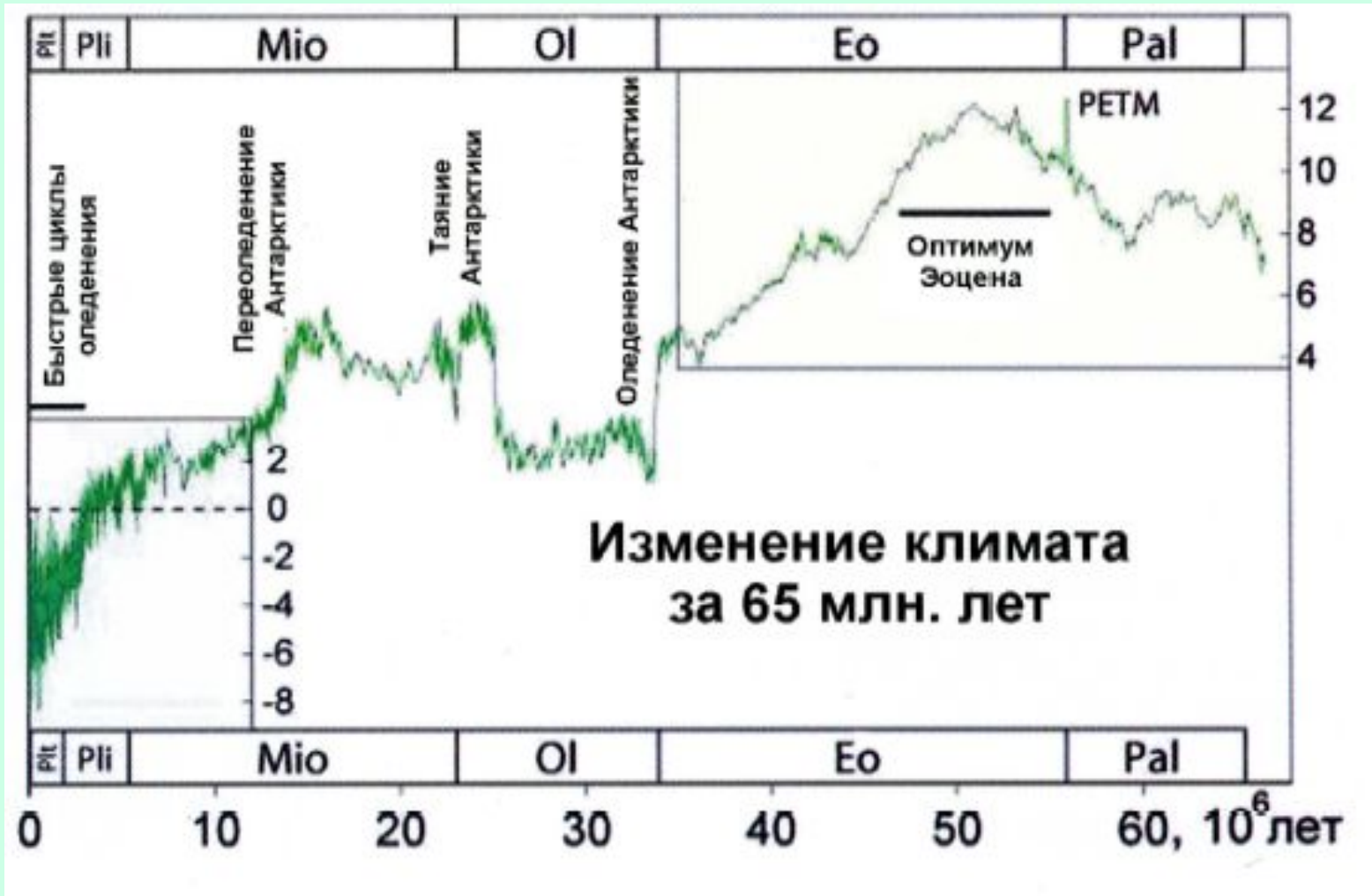
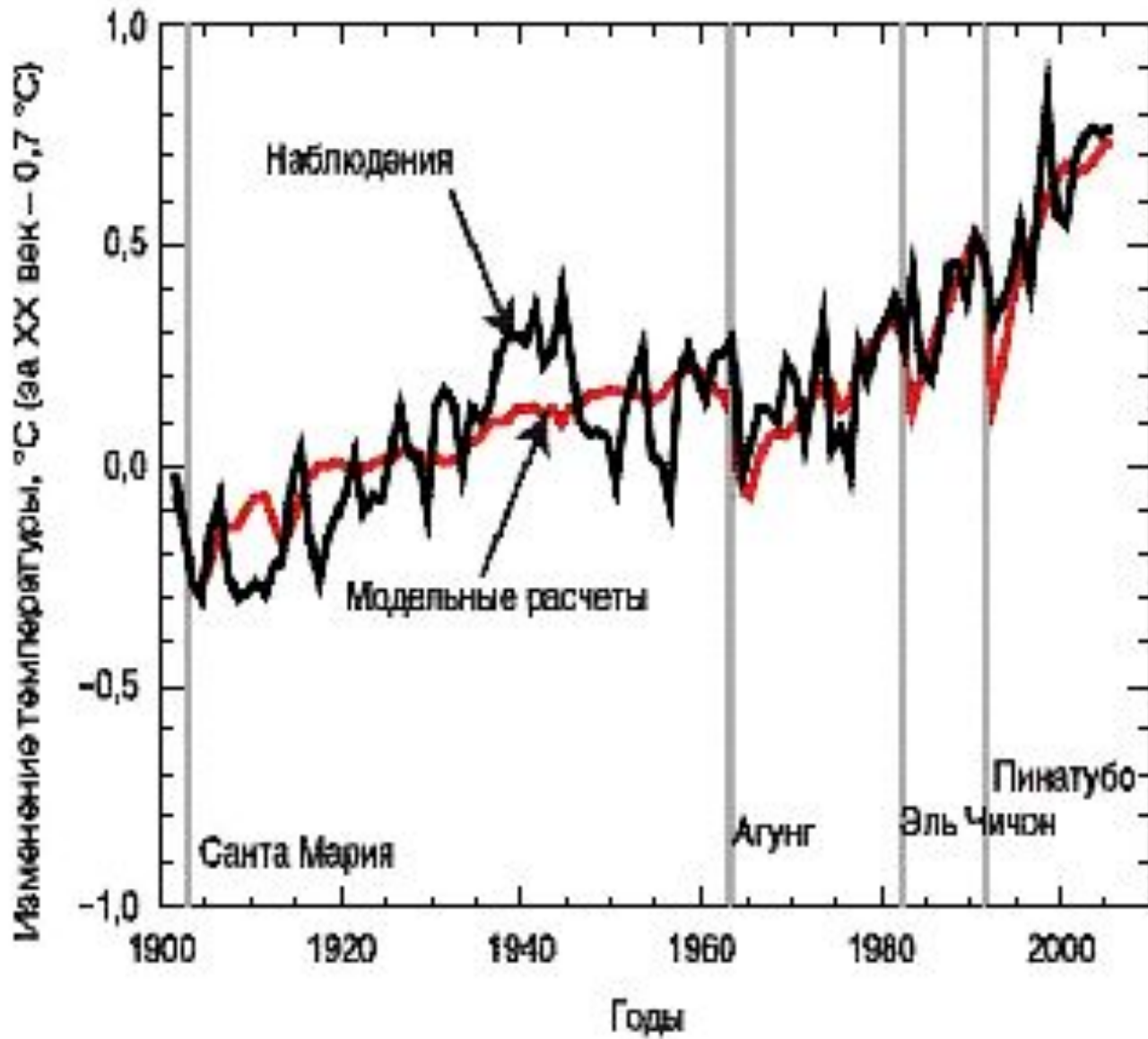


Рис...Изменение средней температуры поверхности Земли за последние 65 млн. лет. Эквивалентные изменения температуры ΔT ($^{\circ}\text{C}$) получены по данным станции «Восток» (Антарктида) и по данным донных осадков Полярного океана.

Рост температуры в приземном слое атмосферы Земли в 1900—2005 гг



Поэтому, основная причина изменения климата – природная (космическая). Антропогенное влияние на климат оценивается примерно в 10%.

А какова основная польза от Киотского протокола? Прежде всего он стимулирует энергосбережение, а уменьшение выбросов «парниковых газов» сокращает выбросы и других, токсичных загрязнителей атмосферы, что безусловно идёт на пользу людям (сохраняет здоровье!).

В декабре 2009 г. в Копенгагене состоялась 15-я конференция стран-участниц Рамочной конвенции ООН об изменении климата, на которой планировалось выработать новое международное соглашение о сокращении выбросов парниковых газов на пост Киотский период (2012-2020 гг.).

Конференция закончилась провалом в связи с непримиримыми позициями развивающихся стран (Китай, Индия, ЮАР и Бразилия) и развитыми (США, Евросоюз, Канада и др.). Развитые страны хотели навязать развивающимся непосильное для них бремя борьбы с выбросами парниковых газов, что значительно бы замедлило их экономический рост, на что они резонно ответили, поскольку современная ситуация сложилась по вине развитых стран им и брать основное бремя расходов на себя.

По мнению академика Н.П. Лавёрова: «Лицами, которые выступают с негативными прогнозами (катастрофических последствий глобального потепления от выбросов парниковых газов) движут коммерческие и политические интересы».

На конец 2009г. мировые выбросы CO₂ распределялись следующим образом, в %: Китай - 24, США - 21, ЕС – 12, Индия и Россия – 6.

В ходе дискуссий на конференции страны высказали свои намерения снизить выбросы, по сравнению с 1990г., в %: Евросоюз – на 20 (к этому времени Евросоюз планирует снизить потребление углеводородов на 20% за счёт энергосбережения и 20% - за счёт перехода на альтернативные источники энергии, то есть выбросы CO₂ снижаются автоматически), Япония - на 17, Австралия – на 5. США брали обязательство снизить выбросы на 17%, но по отношению к 2005г. (по отношению 1990г. это всего 2-3%). А вот к 2050г. они обещают снизить выбросы парниковых газов более чем на 80% (!) (к этому времени администрация в США сменится несколько раз). Китай так же предложил снизить выбросы на 40-45%, но тоже по сравнению с 2005г.

Россия предложила снизить выбросы CO₂ на 25%, но в связи с развалом экономики они и так уменьшились по сравнению с 1990г. на 38% (то есть, мы предложили не уменьшение выбросов, а их увеличение на 13%).

Провалу Копенгагенского саммита способствовало и опубликование в СМИ секретной переписки климатологов США и Великобритании, из которой становится ясно, что температура на Земле не возрастает, а наоборот понижается и эти данные сознательно искажались в пользу концепции всеобщего потепления по вине парниковых газов.

Ну и серьёзным фактором является мнение наших и многих зарубежных климатологов, что доля влияния человека на климатические изменения остаётся трудноопределяемой и неясной. Значительная часть климатических изменений связана с глобальными долгосрочными трендами, и, чтобы мы ни сделали, скорее всего какие-то изменения будут продолжаться в силу естественных причин.

Между прочим, концентрация CO_2 в атмосфере Марса превышает 95%, однако Красная планета намного холоднее Земли.

Проблема теплового загрязнения

Локальное тепловое загрязнение окружающей среды

Основное количество тепловой энергии на ТЭС и ТЭЦ поступает в окружающую среду на стадии конденсации пара, около 50-55% от тепловой энергии, выделяемой при сгорании топлива.

На АЭС эта величина ещё больше и составляет для ВВЭР (водо-водяных реакторов) 65-68% от общей тепловой энергии, вырабатываемой в реакторе.

В настоящее время наиболее распространённым хладагентом при конденсации пара на ТЭС и АЭС является вода системы технического водоснабжения (СТВС).

Глобальное тепловое загрязнение, вызывающее нарушение устойчивости биосферы Земли

Особую роль в нарушении устойчивости биосферы играет непрерывный рост производства и потребления энергии, а любое ее использование в конечном итоге приводит к рассеиванию и появлению на поверхности Земли дополнительных источников тепла.

Загрязнение атмосферы, водной среды и поверхности (суши) различными токсичными веществами безусловно оказывает пагубное влияние на биосферу, но эти процессы более управляемы. Уже существующие технические средства позволяют решать большинство этих проблем (вопрос в цене и времени). Потерю же тепла, рассеивание можно уменьшить, но избежать невозможно, этому препятствуют законы природы.

Прогноз развития мирового энергопотребления показывает, что уже к 2040 г. суммарная мощность антропогенных источников достигнет 1% от энергии Солнца на поверхности Земли, а это уже чревато серьёзным нарушением глобального экологического равновесия. Проблема усугубляется ещё тем, что большая часть энергии производится путём сжигания ископаемого органического топлива (уголь, нефть, газ) с образованием значительного количества «парниковых» газов (в основном CO_2), которые сами влияют на глобальное потепление.

Подобные явления со временем и расстоянием от источника затухают, а их энергия рассеивается. Но может вступить в действие и обратная связь. В этом случае возникает самоподдерживающаяся цепная реакция, и незначительное событие может послужить толчком, который, обладая триггерным эффектом, приведёт в действие явления значительно большего, по сравнению с ним, масштаба.

Так многие климатологи считают, что глобальное потепление может приводить к учащению ураганов или, по крайней мере, к возрастанию их интенсивности. Таким образом, может создаваться положительная обратная связь: возникновение урагана будет способствовать формированию новых ураганов.

Энергетический кризис (нехватка первичных энергоресурсов) миру не грозит, тем более России. «На Земле нет недостатка в энергии. Высокоэффективное использование менее загрязняющих и не исчерпывающих своей базы источников не только возможно, но и выгодно для удовлетворения нужд человека». И как писал академик Е.К. Фёдоров: «В ходе технического прогресса человечество в целом не только никогда не испытывало недостатка в энергетических ресурсах, но всегда находило новые, часто принципиально новые способы получения энергии, задолго до того, когда могли возникнуть ограничения, связанные с истощением известных ресурсов.»... «И вместе с тем проблема энергии может, с нашей точки зрения, создать серьёзные трудности, а может быть, и поставить границы для развития человечества на Земле. Не нехватка, а избыток энергии, расходуемой на планете, может привести к такой ситуации».