

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ГОРЮЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



Структура лекции

1. Понятие о горючих полезных ископаемых.
2. Роль горючих ископаемых в жизни общества.
3. Борьба за рынки энергетического сырья.
4. Связь значительного прогресса в геологических и экологических науках с бурным развитием изучения геологии и геохимии горючих полезных ископаемых.
5. Связь геологии и геохимии горючих ископаемых с другими науками в системе наук о Земле.
6. Важнейшие проблемы нашей эпохи, тесно связанные с геологией и геохимией горючих ископаемых - проблемы окружающей среды и сырьевых ресурсов.

Основные природные источники энергии

Невозобновляемые

Возобновляемые, альтернативные

Традиционные

Нетрадиционные

Традиционные месторождения углеводородов континентов и шельфовых зон океанов

Высококачественные каменные угли, включая коксующиеся

Урановые месторождения высококачественных руд (<130\$ США за 1 кг)

Реальные к освоению в XXI веке:

- нетрадиционные нефтегазонасыщенные резервуары в коллекторах с низкой проницаемостью;
- тяжелые высоковязкие нефти, природные битумы, в том числе металлоносные;
- природный газ угольных месторождений

Гипотетические, возможные для освоения в следующем веке:

- водорастворенные газы, высокогазонасыщенные флюиды сверхбольших глубин;
- гидраты метана в охлажденных недрах континентов и рассеянные в огромных количествах в осадках акваторий;
- низкокалорийные высокосольные угли, торфа;
- рассеянные урановые концентрации бедных руд

- Гидроэнергия,
- геотермальная,
- приливная
и др. виды гидроресурсных источников

- Энергия биомассы,
- водород,
- солнечная энергия,
- ветровая,
- энергия термоядерного синтеза

Горючие полезные ископаемые – нефть, газ, асфальтовые битумы, ископаемые угли, горючие сланцы, торфы называют каустобиолитами.

Этот термин указывает на генетическое единство всех горючих полезных ископаемых. В настоящее время установлено, что угленосные породы могут быть нефтегазоматеринскими, а угольные бассейны могут содержать залежи нефти и газа (Зап-Сиб., Кузбасс, Минуса и др.).

Термин «**каустобиолиты**» в переводе с греческого означает: **горючий камень** биогенного происхождения.

Каустобиолиты (от греч. *kaustos* - горючий, *bios* - жизнь и *lithos* - камень) - *горючие ископаемые органического происхождения, представляющие собой продукты преобразования остатков растительных, реже животных организмов под воздействием геологических факторов.*

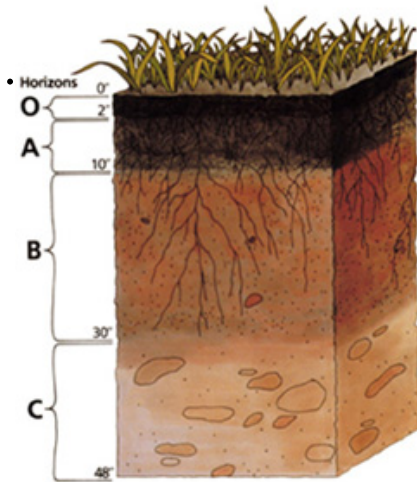
Он был предложен в 1888 г. немецким ученым Генри Потонье (Potonie H) для углей и горючих сланцев, которые им подразделялись по вещественному составу на *гумолиты, сапропелиты и липтобиолиты*. Позднее этот термин был распространен на все богатые органическим веществом (ОВ) горные породы и минералы, в которых ОВ появилось в результате преобразования биохимических структур растительных и животных организмов под воздействием геолого-геохимических факторов.

По условиям образования каустобиолиты разделяются на два ряда: **угольный (гумусовый) и нефтяной (битумный)**.
Гумус (лат. humus «земля, почва»)

Каустобиолиты угольного ряда охватывают образования сингенетичные осадкам и породам (торфы, угли, горючие сланцы, липтобиолиты).

К липтобиолитам относятся органические вещества, состоящие из наиболее устойчивых химических компонентов растительности – смол, восков, споронинов, кутикул, пробковой ткани. Представителями этой группы каустобиолитов являются янтарь, фихтелит, тасманит.

Каустобиолиты угольного ряда характеризуются высокими концентрациями исходного, а также преобразованного ОВ. Торфы и угли содержат не менее 50 % ОВ, а горючие сланцы - не менее 10-20 %.

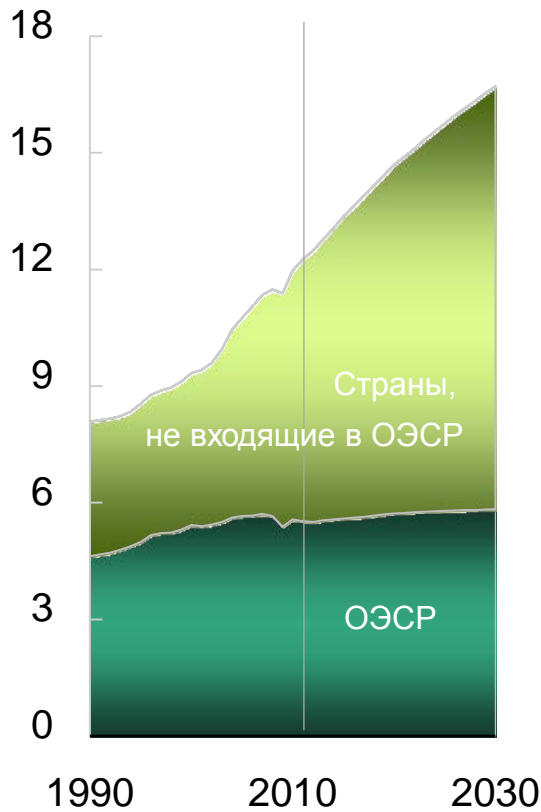


К каустобиолитам нефтяного ряда относятся горючие углеводородные газы, нефти, асфальтовые битумы, озокериты и другие вещества. Все они образуются из рассеянного органического материала и характеризуются тем, что их залежи формируются в результате миграции и последующей аккумуляции углеводородов. Сюда относятся и битумоиды - вещества рассеянные в породах и растворимые в нейтральных органических жидкостях.

Индустриализация является движущей силой роста потребления энергии (BP, 2013)

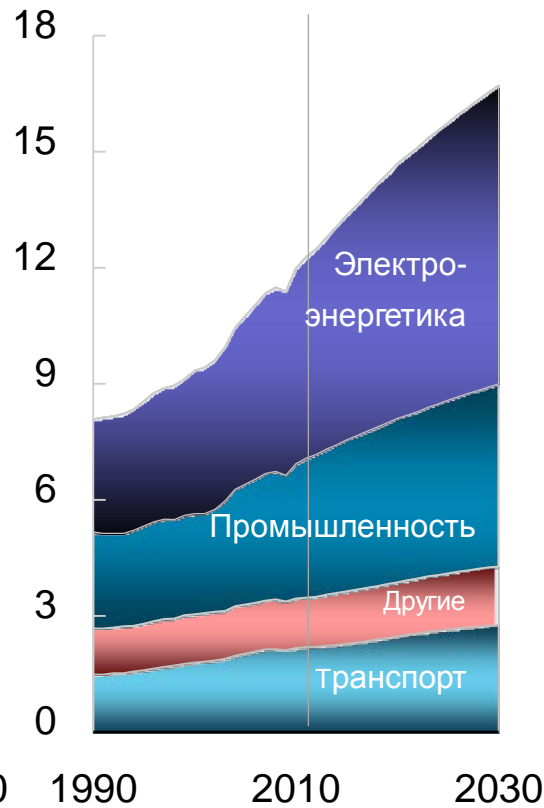
По регионам

Млрд т.н.э.



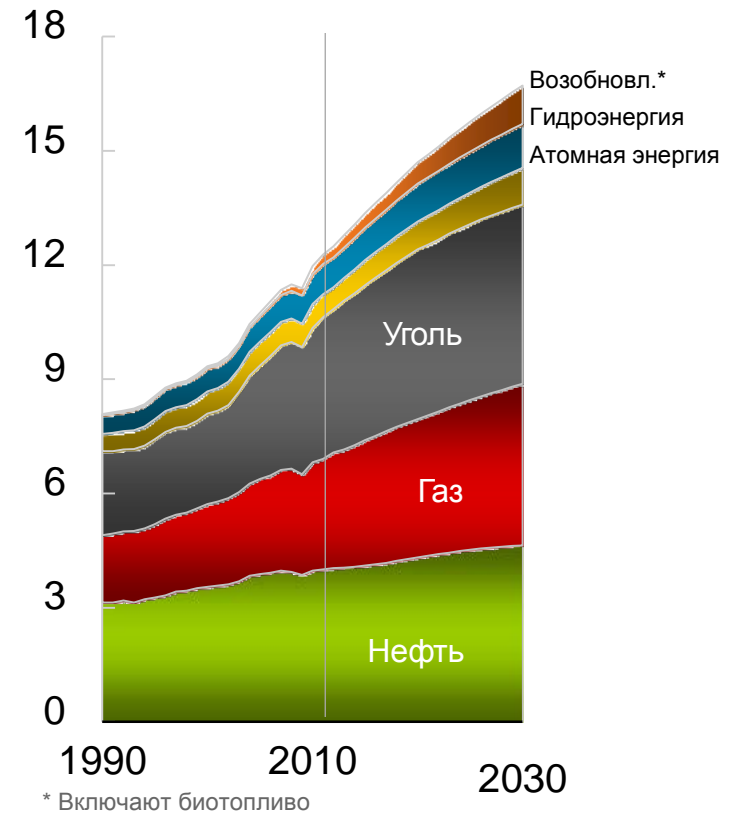
По первичному потреблению энергии

Млрд т.н.э.



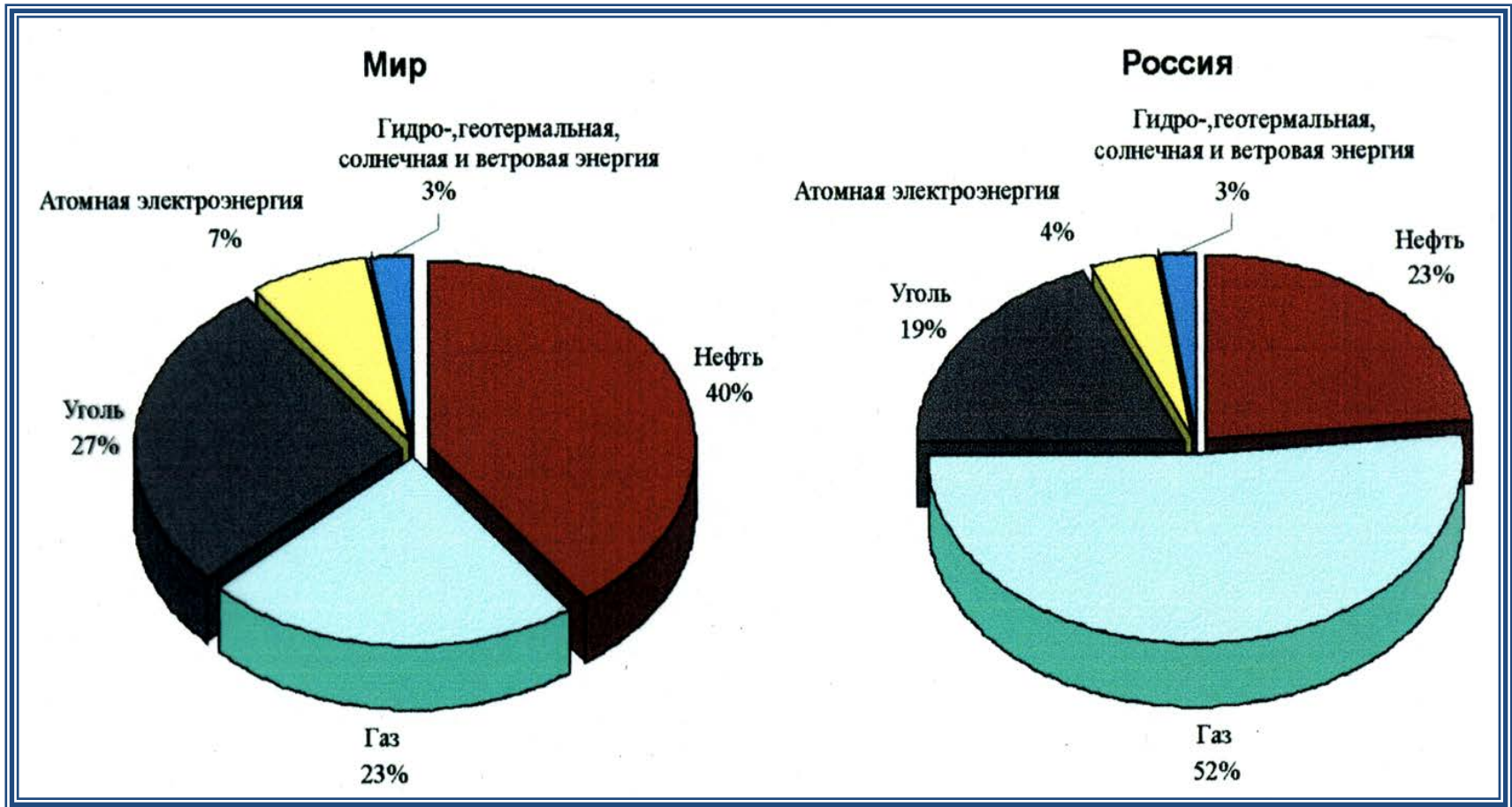
По видам топлива

Млрд т.н.э.

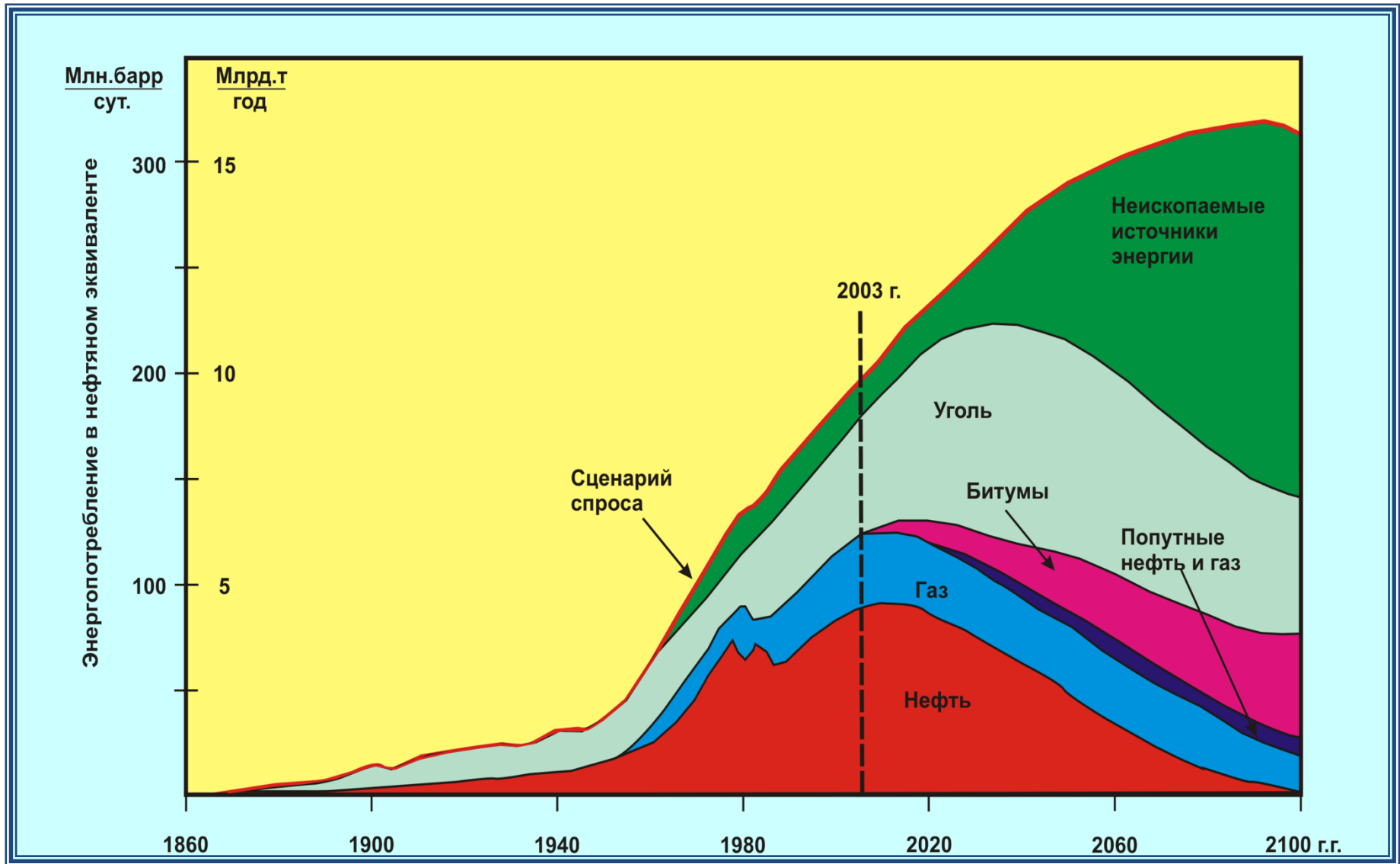


* Включают биотопливо

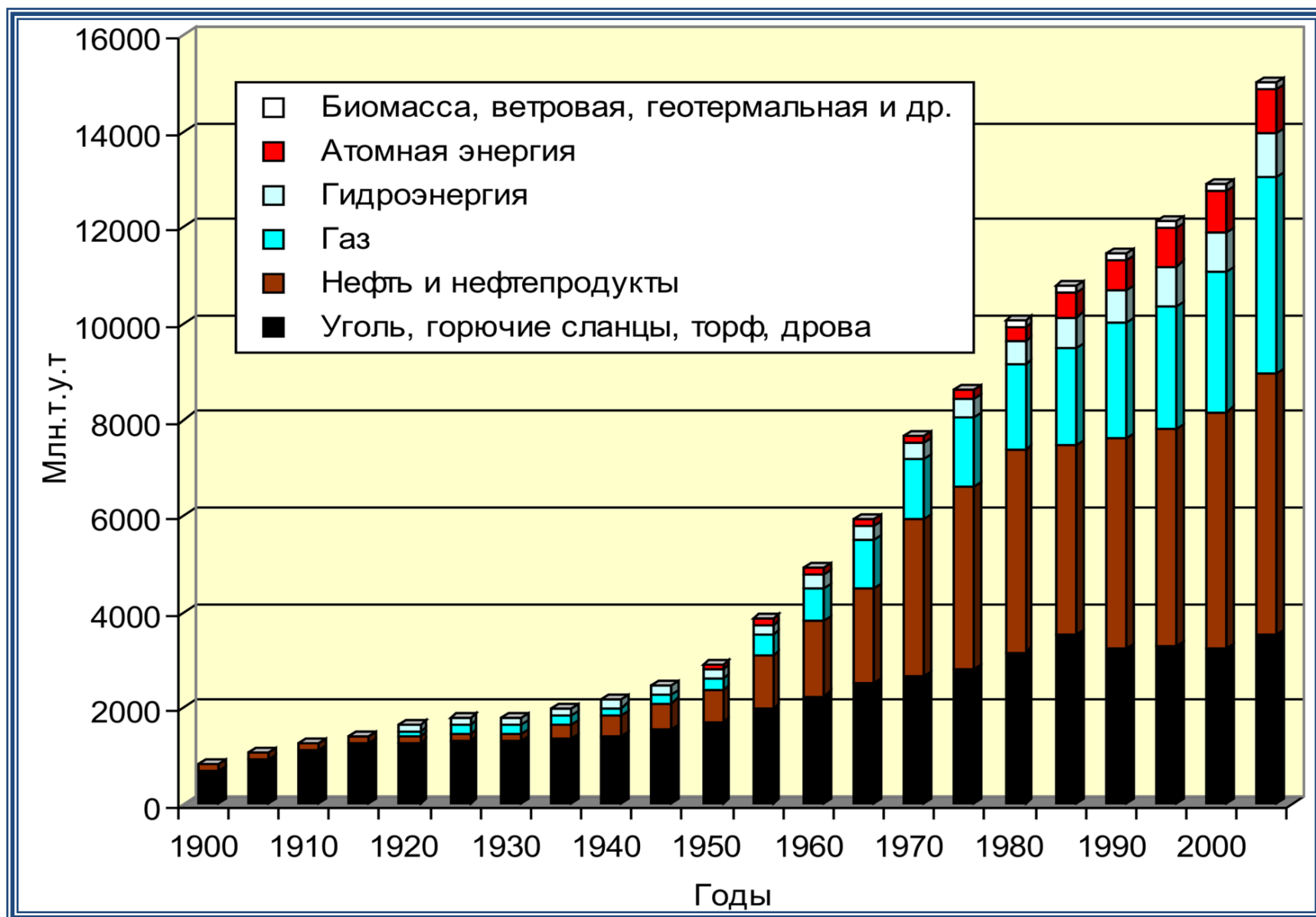
Структура потребления первичных энергетических ресурсов



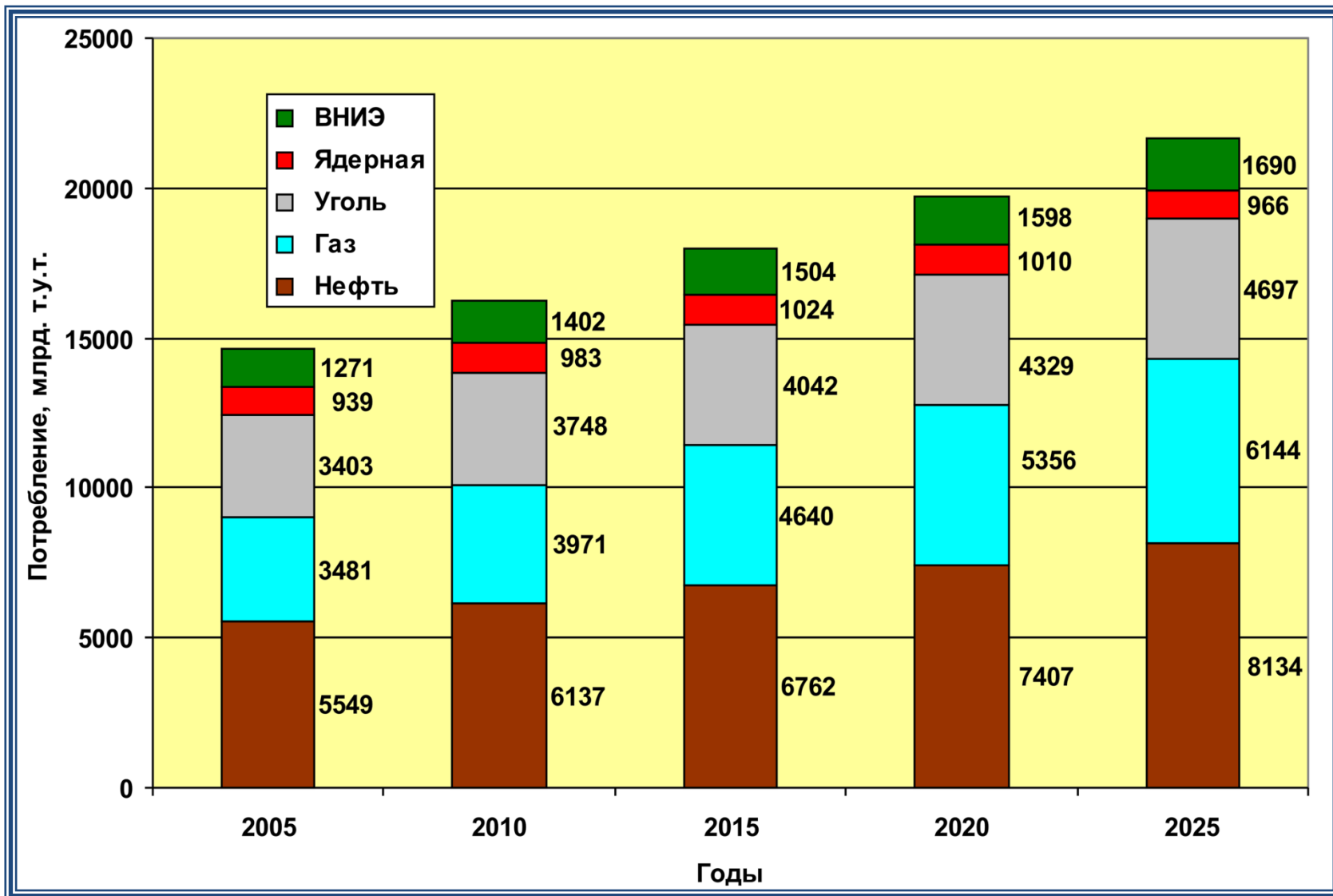
Прогноз изменения доли основных видов энергосырья в обеспечении мирового энергопотребления (по Н.П. Лаверову, 2009)



Динамика распределения потребляемой в мире энергии по ее источникам в XX веке (млн. т у.т)



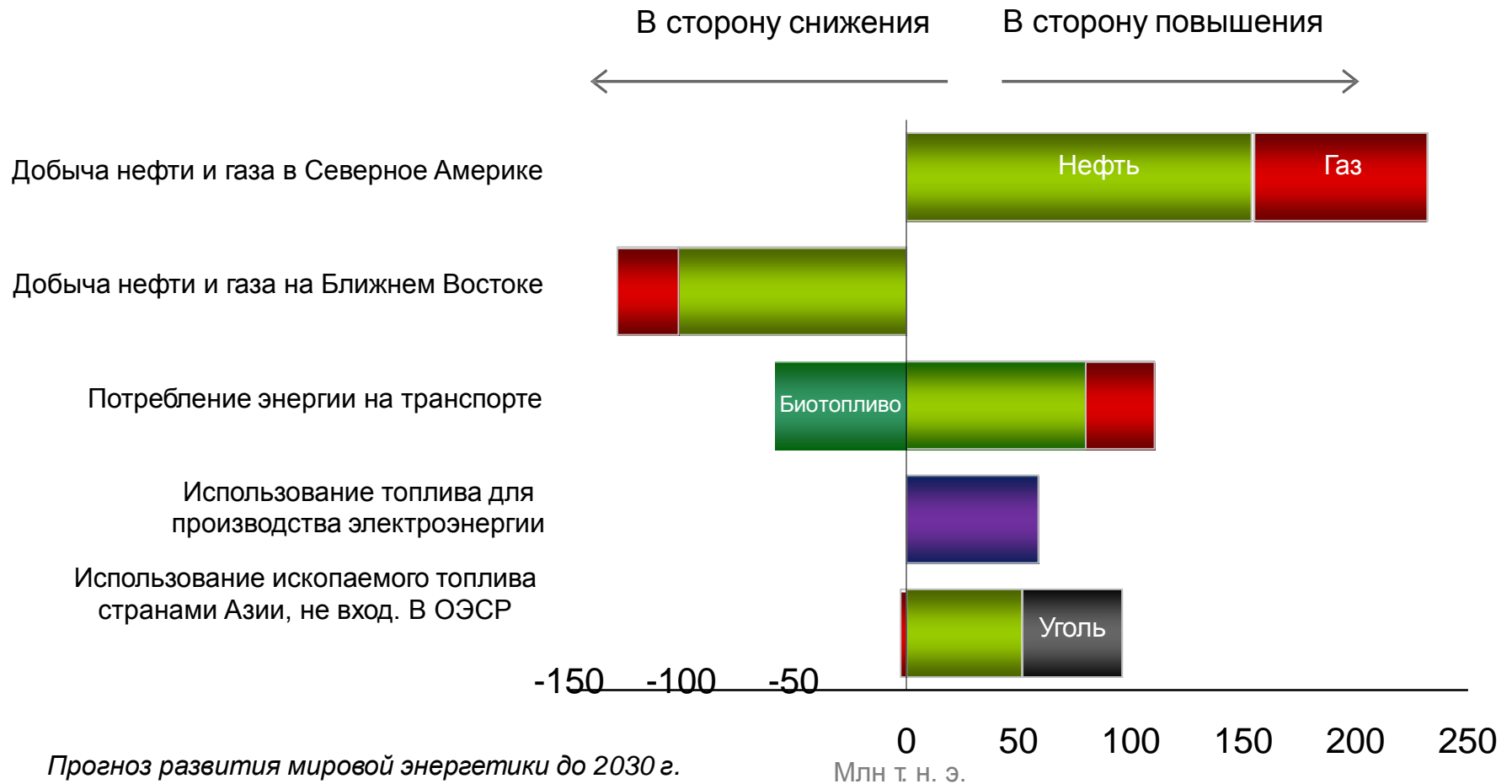
Прогноз потребления энергетических ресурсов в мире до 2025 г.





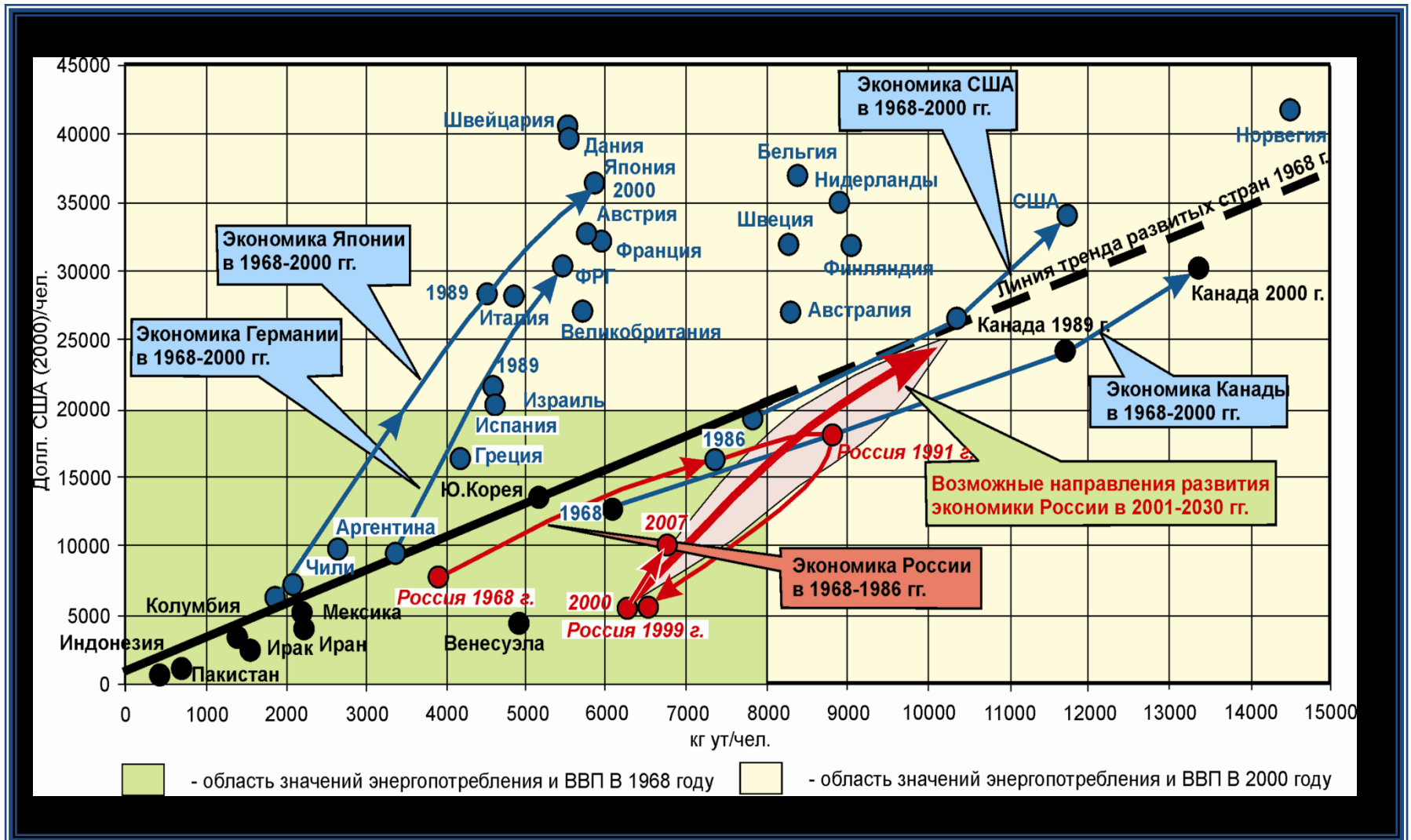
Основные изменения по сравнению с «Прогнозом 2012»...

Изменения в уровнях в 2030 году по сравнению с «Прогнозом» 2012 года



Прогноз развития мировой энергетики до 2030 г.

Связь ВВП (долл. США в ценах 2000 г./чел.) с потреблением энергетических ресурсов (кг ут/чел., в мире в 2000 г.)

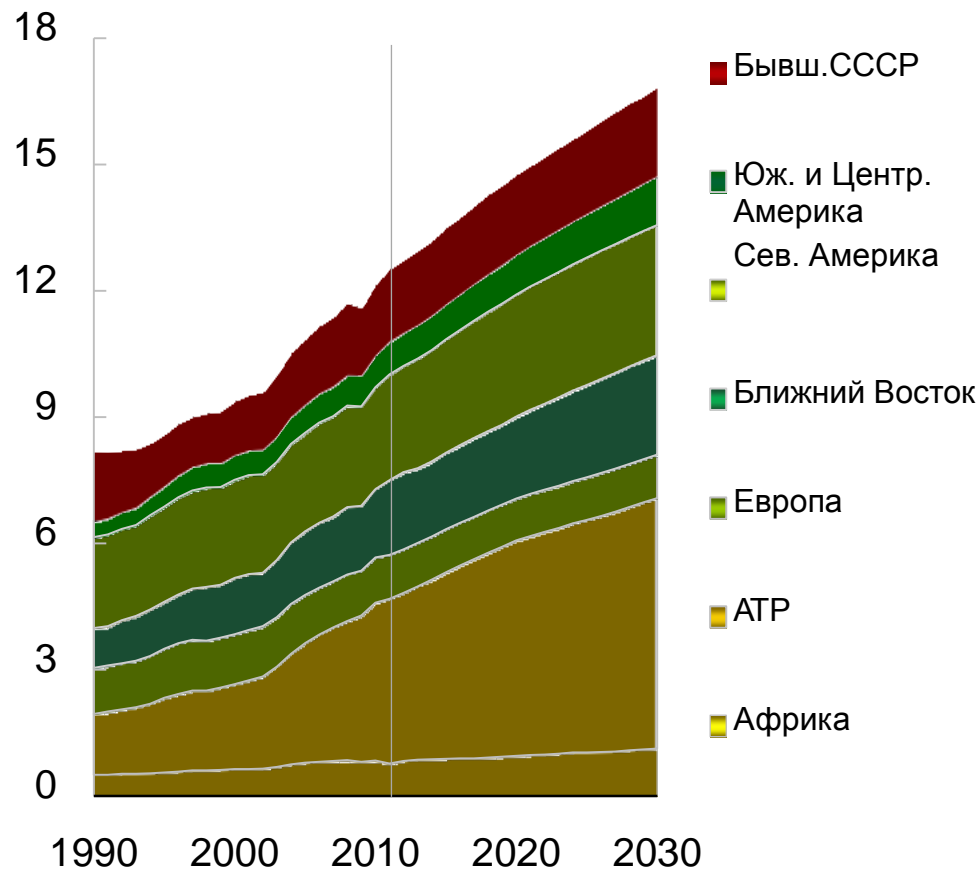


Страны с развивающейся экономикой доминируют в производстве энергоносителей (BP, 2013)

Млрд т. н. э.



Млрд т. н. э.



Ресурсы топлива в России (акад. Макаров А.А., 2006)

Топливо	Прогнозные ресурсы			Разведанные запасы			
	объем	% мировых ресурсов	% извлечения	объем	% мировых запасов	Доля в запасах, %	Доля в добыче, %
Нефть и конденсат, млрд. т	н/д	12-13	17	6,7*	4,6	3,6	31,6
Природный газ, трлн. м ³	236	42,3	5	47	32,0	20,4	49,8
Уголь, млрд. т	528	23	8	157	15,9	40,4	10,7
Уран, млн. т	976	14	н/д	134	8	35,6	2,5
в том числе дешевле 40 долл./кг	115			83		22,1	2,5

*По данным BP Amoco Statistical Review of World Energy, June 2001.

Вид сырья	Всего	Запасы	Ресурсы
Уголь, млн.т	4 139 208	276 694 – на балансе в ГКЗ 45 782 – не учтённые ГКЗ 51383 - забаланс	3 816 732
Нефть, млрд т		12,74 (ВР)	
Газ, трлн м ³		44,38	150,5
Торф, млн.т	250 000	175 650	

Основные типы горючих полезных ископаемых (традиционные)

1. торф

2. уголь

3. нефть

4. природный газ

5. горючие сланцы

Торф (нем. *Torf*) — горючее полезное ископаемое; образовано скоплением остатков растений, подвергшихся неполному разложению в условиях болот. Для болота характерно отложение на поверхности почвы неполно разложившегося органического вещества, превращающегося в дальнейшем в торф. Слой торфа в болотах не менее 30 см, (если меньше, то это заболоченные земли).

Уголь — вид ископаемого топлива, образовавшийся из торфа под землей без доступа кислорода. Международное название углерода происходит от лат. *carbō* («уголь»). Принято считать углем породу с зольностью менее 50%. Более зольные образования называют углистыми сланцами.

Нефть (греч. *ναφθα*, или через тур. *neft*, от персидск. *нефт*; восходит к аккадскому *napatum* — вспыхивать, воспламеняться) — природная маслянистая горючая жидкость, состоящая из сложной смеси углеводородов и некоторых других органических соединений. По цвету нефть бывает красно-коричневого, иногда почти чёрного цвета, хотя иногда встречается и слабо окрашенная в жёлто-зелёный цвет и даже бесцветная нефть; имеет специфический запах, распространена в осадочных породах Земли.



Природный газ — смесь углеводородных газов, образовавшаяся в недрах Земли

Основную часть природного газа составляет метан (CH_4) — от 92 до 98 %. В состав природного газа могут также входить более тяжёлые углеводороды— гомологи метана:

- этан (C_2H_6),
- пропан (C_3H_8),
- бутан (C_4H_{10}).
- а также другие неуглеводородные вещества:
- водород (H_2),
- сероводород (H_2S),
- Диоксид углерода (CO_2),
- азот (N_2),
- гелий (He).

Чистый природный газ не имеет цвета и запаха. Чтобы можно было определить утечку по запаху, в газ добавляют небольшое количество веществ, имеющих сильный неприятный запах (гнилой капусты, прелого сена) (т. н. одорантов). Чаще всего в качестве одоранта применяется этилмеркаптан ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$; 16 г на 1000 куб.м.природного газа).

Для облегчения транспортировки и хранения природного газа его сжижают, охлаждая при повышенном давлении.

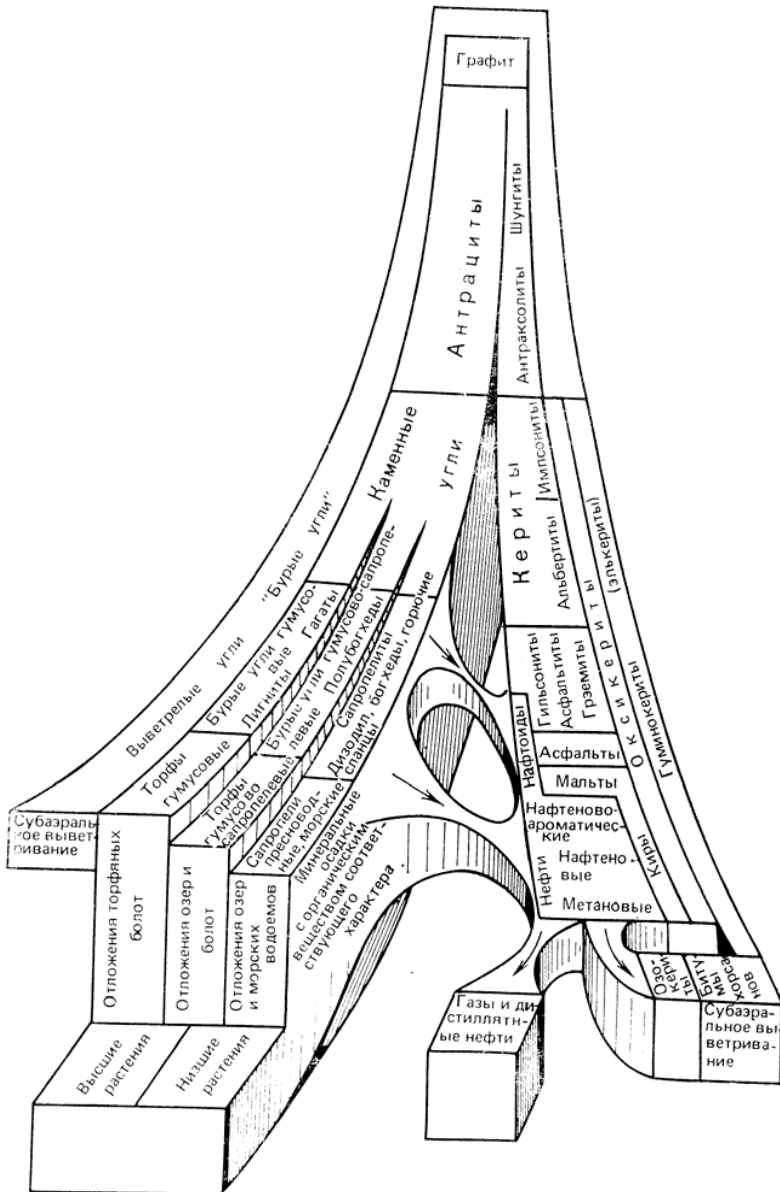
Горючий сланец— полезное ископаемое из группы твёрдых каустобиолитов, дающее при сухой перегонке значительное количество смолы (близкой по составу к нефти).

Горючий сланец состоит из преобладающих минеральных (кальцит, доломит, гидрослюда, монтмориллонит, каолинит, полевые шпаты, пирит и др.) и органических частей (кероген). Последняя составляет 10—30 % от массы породы и только в сланцах самого высокого качества достигает 50—70 %. Органическая часть является био- и геохимически преобразованным веществом **простейших водорослей**, сохранившим клеточное строение (*талломоальгинит*) или потерявшим его (*коллоальгинит*). В виде примеси в органической части присутствуют измененные остатки высших растений (витринит, фюзенит, липоидинит).



ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАУСТОБИОЛИТОВ

(ПО В.А. УСПЕНСКОМУ И О.А. РАДЧЕНКО)



Гагат (по г.Гагай, древняя Лидия) – разновидность угля

Озокерит – органический минерал группы битумов с высоким содержанием твердых УВ; твердая, хрупкая или мезоподобная масса желтого, светло-зеленого или бурого цвета по внешнему виду напоминающая пчелиный воск.

Мальты – промежуточная разность между нефтями и асфальтами. Полужидкие, вязкие иногда твердые легкоплавкие битумы, полностью растворимые в органических растворителях типа хлороформа

Киры – продукт субаэрального изменения излившейся на поверхность легкой малосмолистой алкановой или алканоциклановой нефти. Относится к группе асфальтов.

Гильсониты, грэемиты – виды битумов

Кериты (Keros – воск, греч.) – битум средней степени метаморфизма. Твердые хрупкие блестящие образования, не растворимые или слабо растворимые в орг. растворителях

Альбертиты – низшие кериты

Импсониты – высшие кериты

Антраксолиты – класс битумов, продукты гидротермальной дифференциации нефти в условиях ее переноса гидротермальными растворами

Шунгиты - промежуточное положение между антрацитом и графитом

Гуминокериты – продукт глубокого выветривания вязких и твердых битумов

За последние двести лет топливно-энергетическая промышленность прошла в своем развитии два этапа:

I. Угольный этап, который охватывает весь XIX век и первую половину XX века. Во время этого этапа резко преобладало в потреблении угольное топливо.

II. Нефтегазовый этап, так как нефть и газ являются более эффективными энергоносителями, чем твердое топливо.

Начиная с 80-х годов XX века мир вступил в новый этап, который продлится несколько десятилетий. Этот период может считаться **переходным**, так как за это время должен произойти постепенный переход от использования минеральных ископаемых ресурсов к неисчерпаемым (энергии Солнца, воды, ветра, приливов).

Топливо	Уд. теплота сгорания
	МДж/кг
• Дрова	8,3-15,5
• Горючий сланец	8,4 – 20
• Торф	8,4 – 21
• Бурый уголь	10,5 – 21
• Каменный уголь	ок. 29,4
• Антрацит	32,8- 32,6
• Природный горючий газ на 1 куб.м	25,2-46,2
• Нефть	42
•	

Возрастающее потребление невозобновляемых природных энергетических ресурсов определяется стремительным ростом населения Земли и его потребностей. ***В XX веке потребление коммерческих энергетических ресурсов увеличилось в 15 раз.*** С ***1975 по 2005*** год оно превысило объем их использования за весь предшествующий период развития человеческой цивилизации и достигло в 2005 году 15 млрд т условного топлива (т у.т.) в год. В суммарном энергопотреблении к началу XXI века в мире доля нефти составляла 40%, углей — 27%, газа — 23%, атомной электроэнергии — 7%, гидроэнергии, солнечной и ветровой — 3%. В балансе энергоисточников России ведущую роль играл природный газ — 52%, нефть — 23%, а уголь — лишь 19%. На атомную энергетику приходилось 4%, а доля гидроресурсов, ветровой и солнечной энергии в сумме составляла также лишь 3%.

Если до 1970-х годов в энергопотреблении опережающими темпами росла нефтяная составляющая, то в 1980-х годах, после преодоления нефтяного кризиса, в большинстве индустриально развитых стран произошло заметное снижение доли нефти, увеличилась доля углей, природного газа и атомной энергии.

Эта тенденция характерна и для Китая, где в 2000–2005 годах добыча углей увеличилась вдвое, **почти до 2,0 млрд т/год. С 2005 по 2015 годы потребление удвоилось до 4 млрд т в год.** Так же быстро растет потребление углей в других странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) и в Северной Америке. В результате доля углей в мировом потреблении первичной энергии в 2004 году превысила уровень, достигнутый к концу XX века.

В то же время возобновляемые альтернативные источники по-прежнему не играют существенной роли.

Потребление первичной энергии распределено по странам и регионам крайне неравномерно. США, Китай и Россия — основные потребители энергоресурсов: на них приходится более 40 %.

Борьба за рынки энергетического сырья

1. Ближний Восток (Иран, Ирак, Ливия, Сирия)
2. Южная Америка
3. Россия

Войны за сырье в 20-21 веках (Майкл Клэр «Войны за ресурсы: новый ландшафт глобального конфликта»)

1918 год – впервые в мире Советская Россия национализировала нефтяные компании, в том числе и иностранные, после чего Великобритания, Франция и США послали войска в Россию «*для защиты мирных граждан и их экономических интересов*».

1939-1945 годы – вторая мировая война, которую окрестили «первой нефтяной войной», шла за контроль над месторождениями нефти в Румынии, Закавказье, на Ближнем и Дальнем Востоке.

И так далее: Иран, Ирак,.....

Споры за Фолкленды

Фолклендские острова стали на сегодня еще одним камнем преткновения в споре за нефть. Аргентина утверждает, что эти территории принадлежат ей, в то время как Великобритания уверена в обратном. В 2010 г. британские промышленники приступили к бурению скважины у берегов одного из островов, и старый конфликт, который уже приводил к военному вмешательству, продолжился с новой силой.

Вторжение Ирака в Кувейт

В 1990 г. произошел военный конфликт, который и сегодня остается одним из самых спорных в новейшей истории. Иракский режим Саддама Хусейна совершил вторжение в Кувейт, обвинив последний в краже нефти. Под совершенно надуманным предлогом Багдад стремился захватить нефтяные месторождения соседнего государства, уничтожить нефтяную промышленность самого Кувейта, добиться скачка цен на "черное золото" и "одной рукой" выплатить весь свой огромный долг, накопившийся за время войны с Ираном. Впоследствии к конфликту Ирака и Кувейта подключились и США, доля заинтересованности которых в стабильных поставках нефти не подлежала сомнению.

Территориальные споры в Южно-Китайском море

В водах Южно-Китайского моря до сих пор сохраняется крайне напряженная обстановка, причем основой споров выступает, как всегда, нефть. Главным участником конфликта остается Китай, который заявляет свои права на спорные острова; против Пекина в этом вопросе выступают Япония, Тайвань и Вьетнам. С учетом заявленных прав Китай располагает не меньшими запасами нефти, чем Саудовская Аравия, так что позиция КНР в данном случае вполне понятна. А вот чем закончится конфликт, неизвестно. Военные и политические эксперты в последние годы все чаще указывали на активное наращивание военной группировки Китая в водах Южно-Китайского моря.

Винанд фон Петерсдорфф:

«Не только в России, но и во всем мире сейчас возникают национальные, часто государственные энергетические концерны, которые больше не ограничиваются разработкой ресурсов собственной страны, а борются за лицензии на разработку месторождений, энергоресурсы и предприятия по всему миру, конкурируя со старыми негосударственными хозяевами поля – концернами Exxon, Chevron, Total или BP.»

«Китайская корпорация China National Offshore Oil Corporation (CNOOC), которая на 70% принадлежит китайскому государственному холдингу, неустанно ищет по всему миру источники энергии: либо нефтяные и газовые месторождения, либо предприятия, которые имеют к ним доступ. Когда CNOOC хотела купить калифорнийскую компанию Unocal, которая добывает нефть и газ в Америке и Азии, она столкнулась с беспрецедентным сопротивлением политиков в Вашингтоне, и ей пришлось уступить. Американский концерн Chevron получил компанию за гораздо меньшие деньги. CNOOC ищет дальше. "Деньги в принципе не играют никакой роли", – говорит один наблюдатель. Китай должен утолить жажду стремительно развивающейся промышленности. Потребление энергии в стране каждые три года увеличивается на столько, сколько экономическому гиганту Японии требуется в общей сложности. "Технологии можно купить. Но когда нет ресурсов, тебе никто не поможет", – говорит глава нефтяного концерна CNOOC Фу Ченгуй.»

Проблемы экологии

Деятельность предприятий ТЭК, направленная на благо человека, приводит к техногенному воздействию на окружающую природную среду. На его долю приходится около 48% выбросов вредных веществ в атмосферу и 23% сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, около 22% образования вредных отходов и до 70% общего объема парниковых газов.

На долю предприятий электроэнергетики приходится в настоящее время 25,3%, нефтедобычи – 10,6%, нефтепереработки – 4,8%, угольной отрасли – около 4%, газовой отрасли – 3,2% от общепромышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

«Глобальное потепление» - ?

«Парниковый эффект» - ?

«Загрязнение атмосферы, вод и литосферы» - ?!!!

Двое российских ученых, которые скептически настроены в отношении изменения климата на Земле и считают, что опасности глобального потепления сильно преувеличены, заключили пари на 10 тысяч долларов о том, что в следующем десятилетии климат на планете похолодает. Владимир Башкирцев и Галина Машнич, старшие научные сотрудники Института солнечно-земной физики РАН, который находится в Иркутске, заключили это пари с британским экспертом по климату Джеймсом Аннаном.

Эти двое российских ученых считают, что на изменения климата на Земле больше влияют изменения солнечной активности, чем выброс парниковых газов. Они утверждают, что Земля нагревается и охлаждается, реагируя на изменения в количестве и размере солнечных пятен. Большинство ученых отвергают эту идею, но российский дуэт считает, что, так как в следующие несколько десятилетий солнце вступит в менее активную фазу, произойдет понижение температуры на Земле, пишет [The Guardian](#) (перевод на сайте [Inopressa.ru](#)).

Доктор Аннан, который работает за японским суперкомпьютером "Симулятор Земли" в Йокогаме, говорит: "В нашей науке, климатологии, не заработать много денег, поэтому эти 10 тысяч долларов станут хорошей прибавкой к моей будущей пенсии".

Для того чтобы определить, кто выиграет пари, ученые договорились сравнить средние температуры поверхности Земли, зафиксированные американским климатическим центром в 1998-2003 годах, с температурами, которые будут зафиксированы в 2012-2017 годах.

Если произойдет понижение температуры, то доктор Аннан в 2018 году будет должен уплатить 10 тысяч долларов. Если же температура повысится, то деньги будут выплачены самому доктору Аннани.

Ранее ученые, занимающиеся климатологией, также пытались заключать подобные пари.

Миграция и накопление вещества в ТЭК

Добыча топливно-энергетических ресурсов:

- Перераспределение и накопление на земной поверхности значительных количеств органического вещества и сопутствующих им неорганических веществ
- Техногенная миграция С, N и различных других химических элементов

Преобразование ресурсов (обогащение, коксование, крекинг и др):

- Накопление отходов
- Выброс газов и пыли в атмосферу
- Накопление катализаторов, различных добавок для улучшения качества топлива
- Др. виды перераспределения

Транспортировка:

- Рассеяние вещества

Потребление ТЭР:

- Выбросы в атмосферу
- Сбросы в поверхностные водоемы и водотоки, на рельеф
- Накопление минеральных веществ в золо-шлакоотходах (золоотвалы)

Миграция и накопление вещества в ТЭК

Добыча топливно-энергетических ресурсов:

- Перераспределение и накопление на земной поверхности значительных количеств органического вещества и сопутствующих им неорганических веществ
- Техногенная миграция С, N и различных других химических элементов





9 9 2002





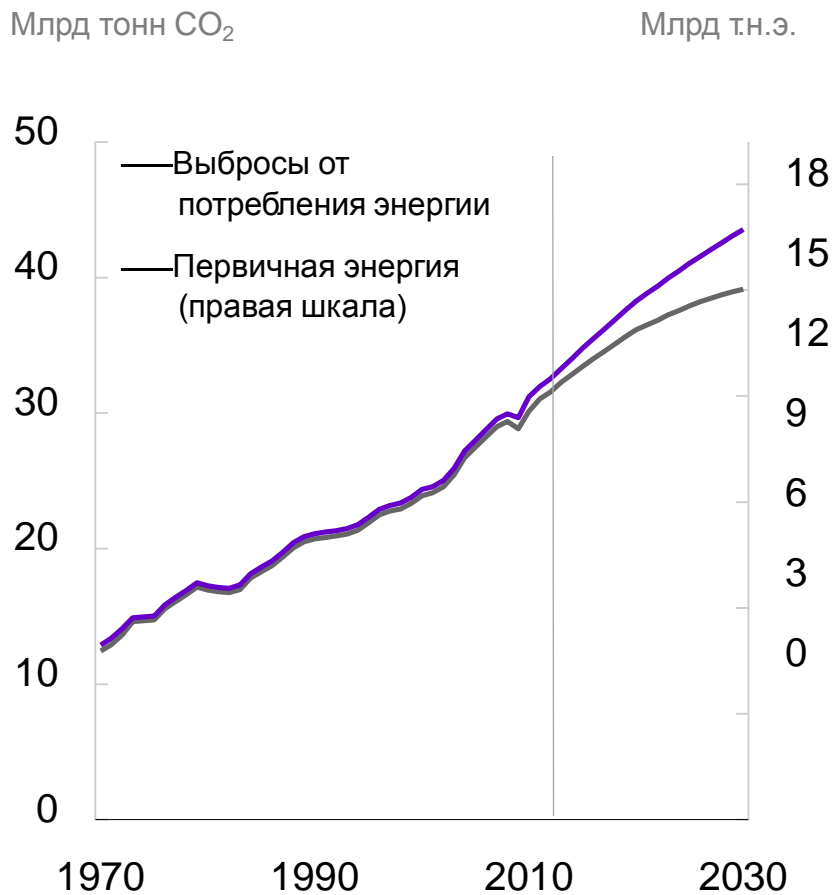
Преобразование ресурсов (обогащение, коксование, крекинг и др):

- Накопление отходов
- Выброс газов и пыли в атмосферу
- Накопление катализаторов, различных добавок для улучшения качества топлива
- Др. виды перераспределения

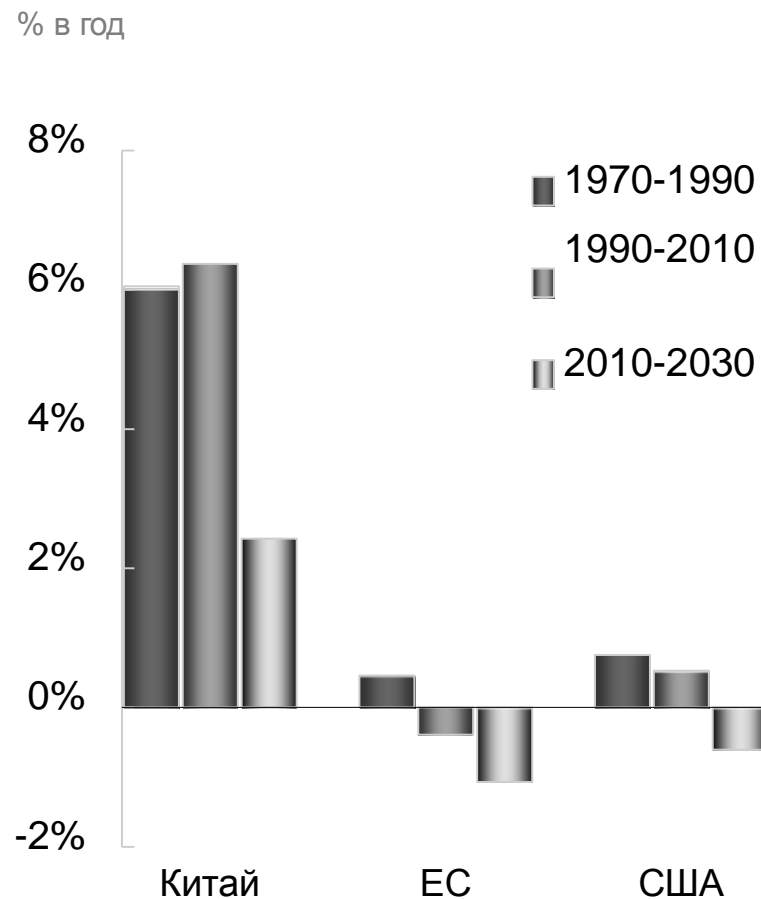


Энергетика и выбросы углерода (BP, 2013)

Выбросы CO₂ и первичная энергия

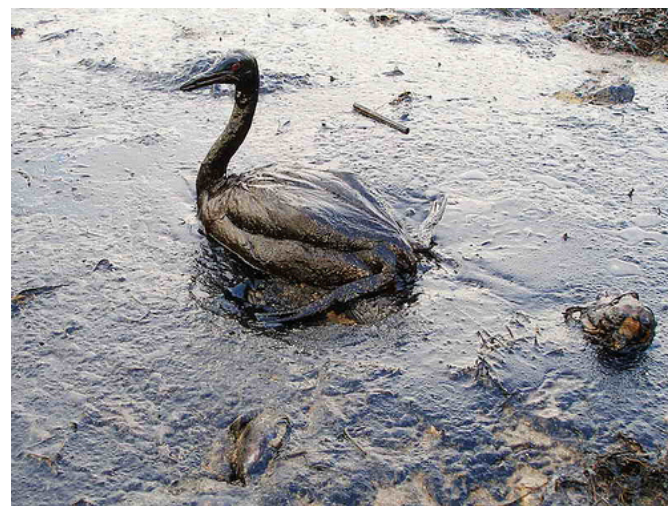


Рост выбросов CO₂



Транспортировка:

- Рассеяние вещества



Потребление ТЭР:

- Выбросы в атмосферу
- Сбросы в поверхностные водоемы и водотоки, на рельеф
- Накопление минеральных веществ в золошлакоотходах (золоотвалы)



Общая модель ТЭС

