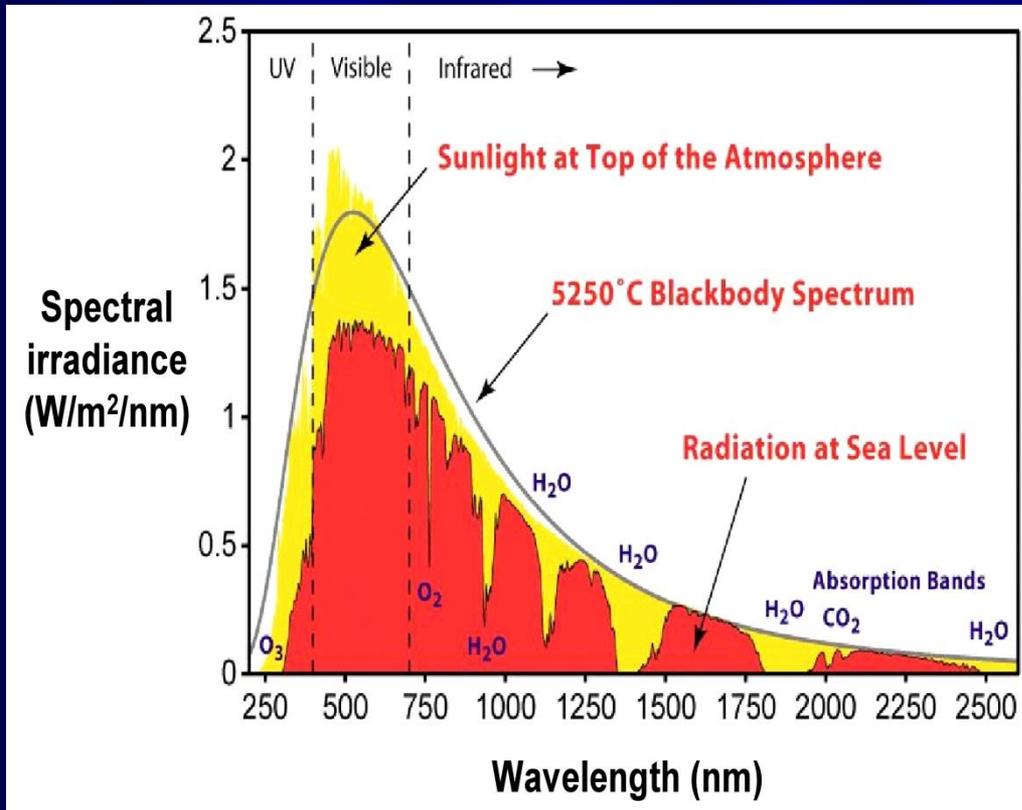


Глобальная экология и глобальная безопасность

Лекция 4. Источники энергии на Земле и баланс энергопотребления

- Солнце как основной источник энергии на Земле
- Рост народонаселения и энергопотребления на Земле
- Объем энергии, вырабатываемой человечеством
- Баланс между различными источниками энергии
- Возможные пути развития энергетики

Мощность поступающего на Землю потока излучения

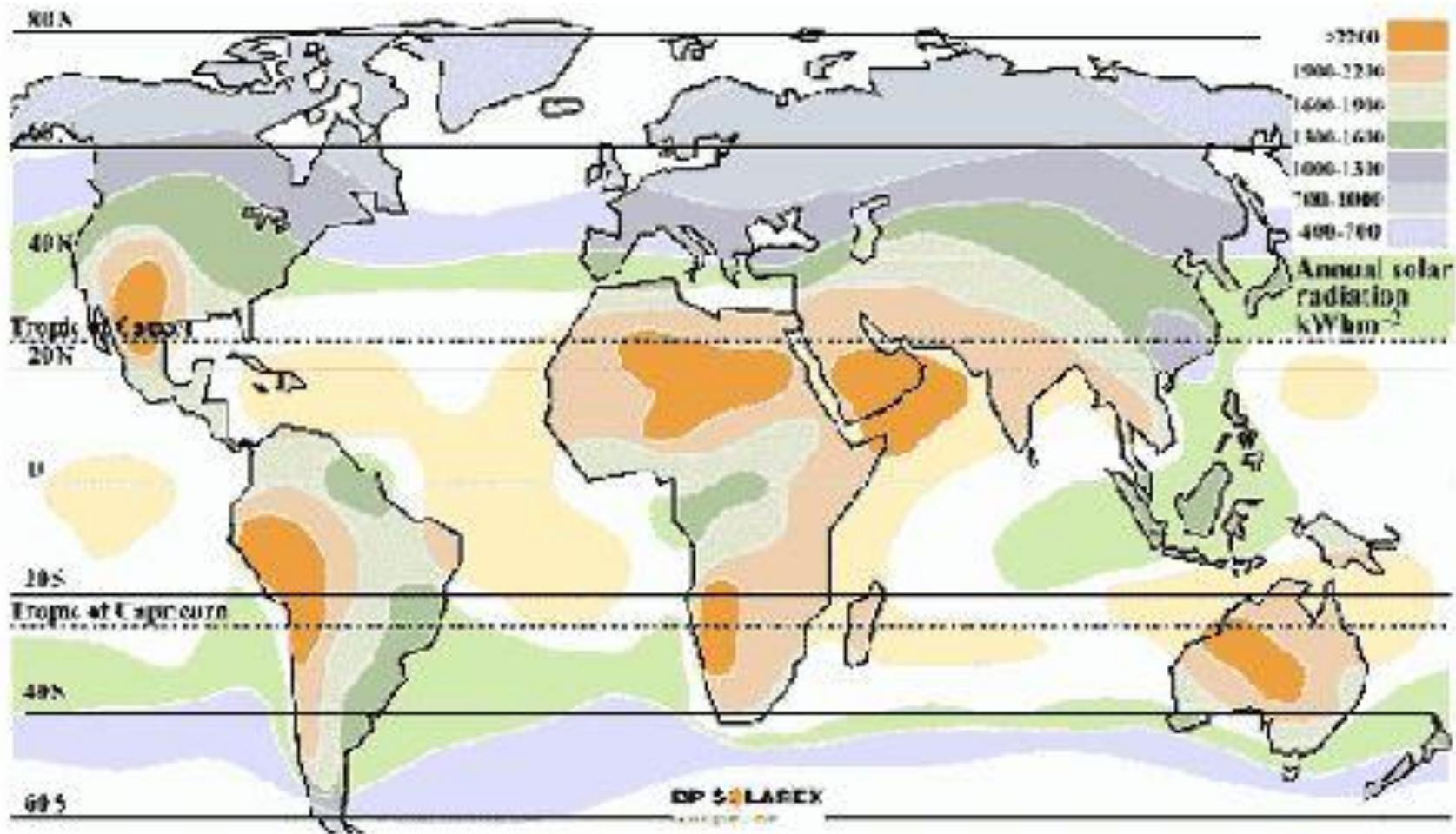


- Мощность излучения Солнца $3,8 \cdot 10^{20}$ МВт. На площадь земного диска приходится лишь около $5 \cdot 10^{-10}$ от этой мощности, что составляет $1,9 \cdot 10^{11}$ МВт. Из этой мощности
- 48% приходится на видимую область спектра, при этом максимум соответствует желто-зеленому цвету. Около 45% мощности излучения содержится в инфракрасной области спектра.
- На гамма-лучи, рентгеновское, ультрафиолетовое и радио излучение приходится лишь 8%.

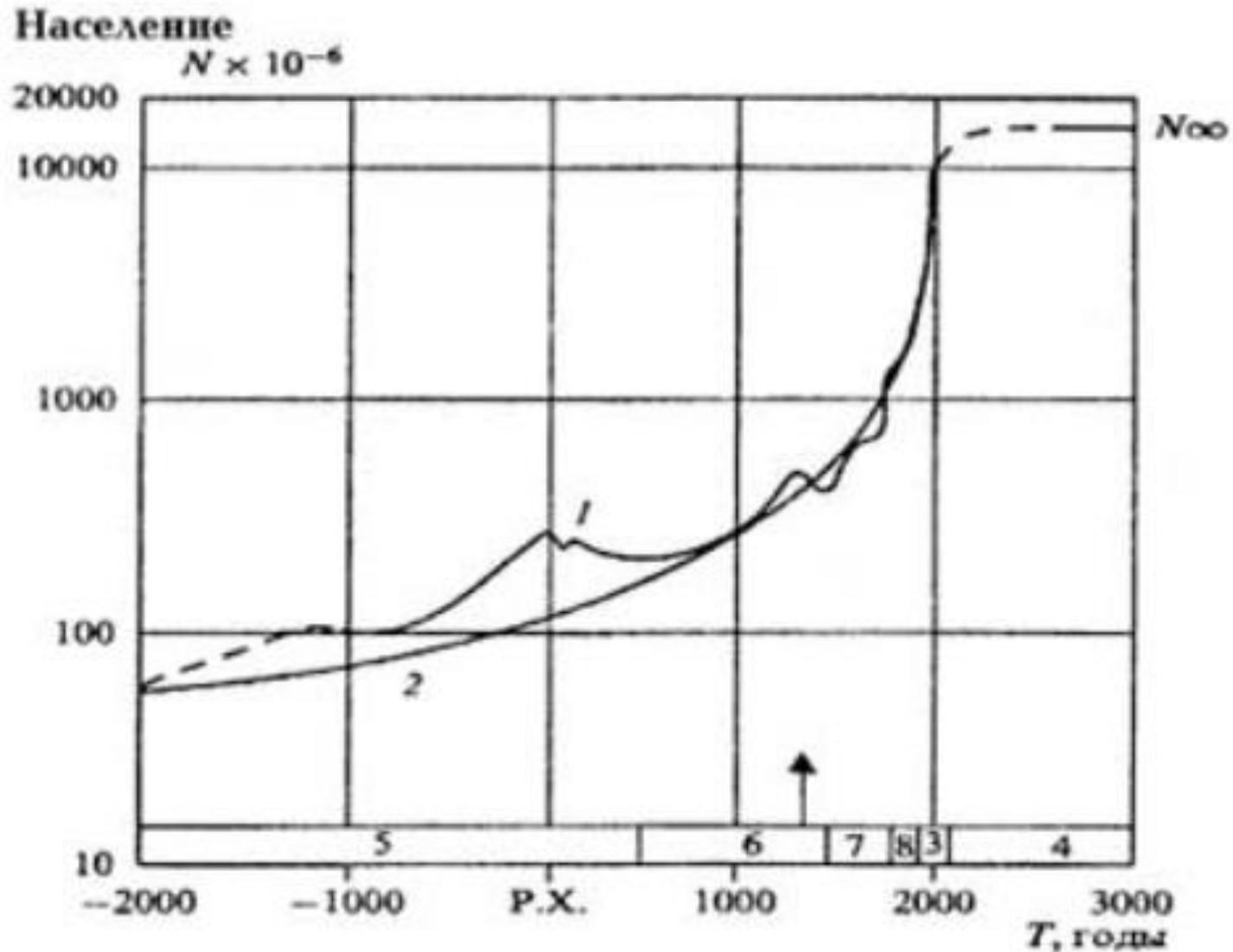
Каналы распределения энергии, поступающей от Солнца к Земле

- От Солнца на оболочку атмосферы Земли поступает энергия со средней по году мощностью 7×10^{16} Вт. Энергия распределяется в следующих пропорциях:
 - рассеивается назад в космос - 30%
 - переходит в равномерно рассеянное тепло - 46%
 - расходуется на испарение и выпадает в виде осадков (потенциал для ГЭС) - 23%
 - аккумулируется через фотосинтез - 0,8%
 - переходит в энергию ветра и течений - 0,2%
- Кроме того, на Земле имеются следующие источники :
 - тепло, поступающее из недр, имеет масштаб 0,5% от энергии приходящей от Солнца,
 - энергия приливных процессов, обусловленных обращением Луны, имеет уровень 0,001%.

Распределение по поверхности земного шара годового поступления солнечной энергии



Рост народонаселения на Земном шаре



Рост народонаселения на Земном шаре

Численность населения Земли, млрд

Оценка Бюро переписи США

Данные и прогноз
отдела
народонаселения
ООН

Вероятностный прогноз Сергея Щербова,
заведующего лабораторией динамики и прогнозирования
численности населения в венском Институте демографии

По оценке демографа Бюро населения США Карла Хауба,
за всю историю человечества было рождено около

108 миллиардов человек
6,5% из них живут в наше время



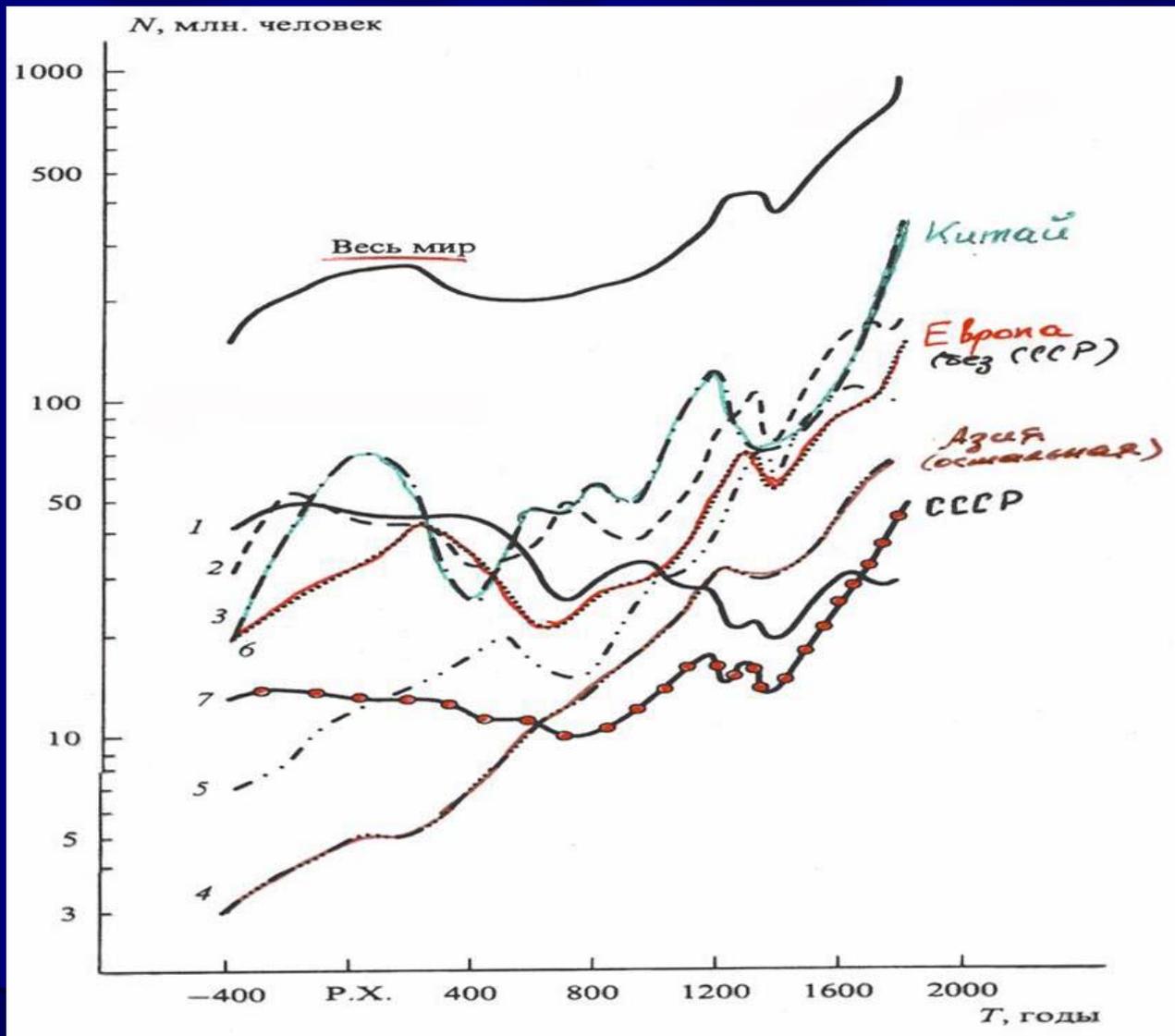
Прогноз Щербова:
численность населения
Земли при предельных
уровнях рождаемости
от 0,75 до 2,5 детей
на женщину и при росте
продолжительности
жизни до 120 лет

Население Земли
достигло миллиарда

Верхняя оценка количества людей
Нижняя оценка количества людей

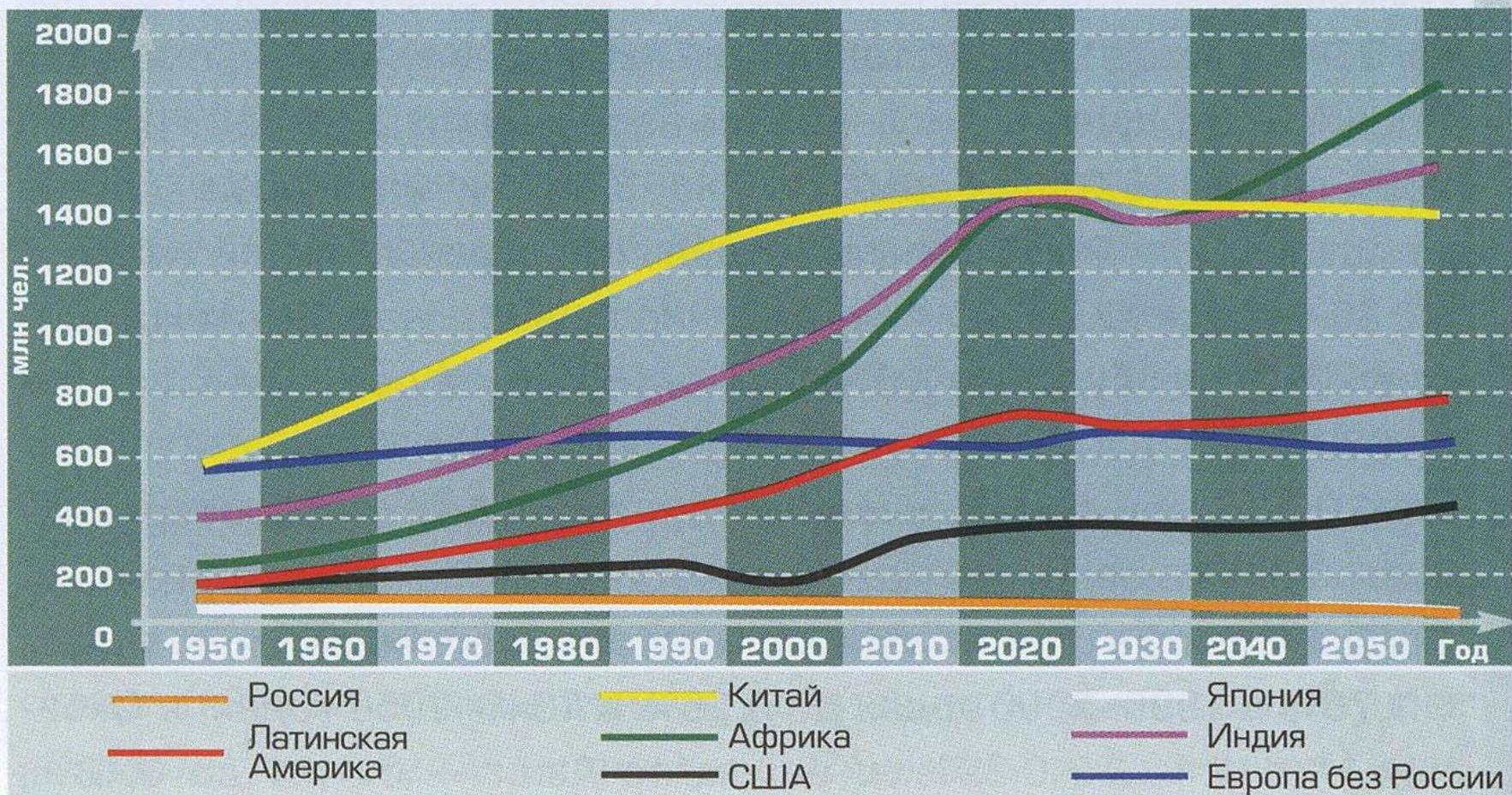
Вероятность
95 %
60%
20%
медиа

Рост народонаселения на Земном шаре



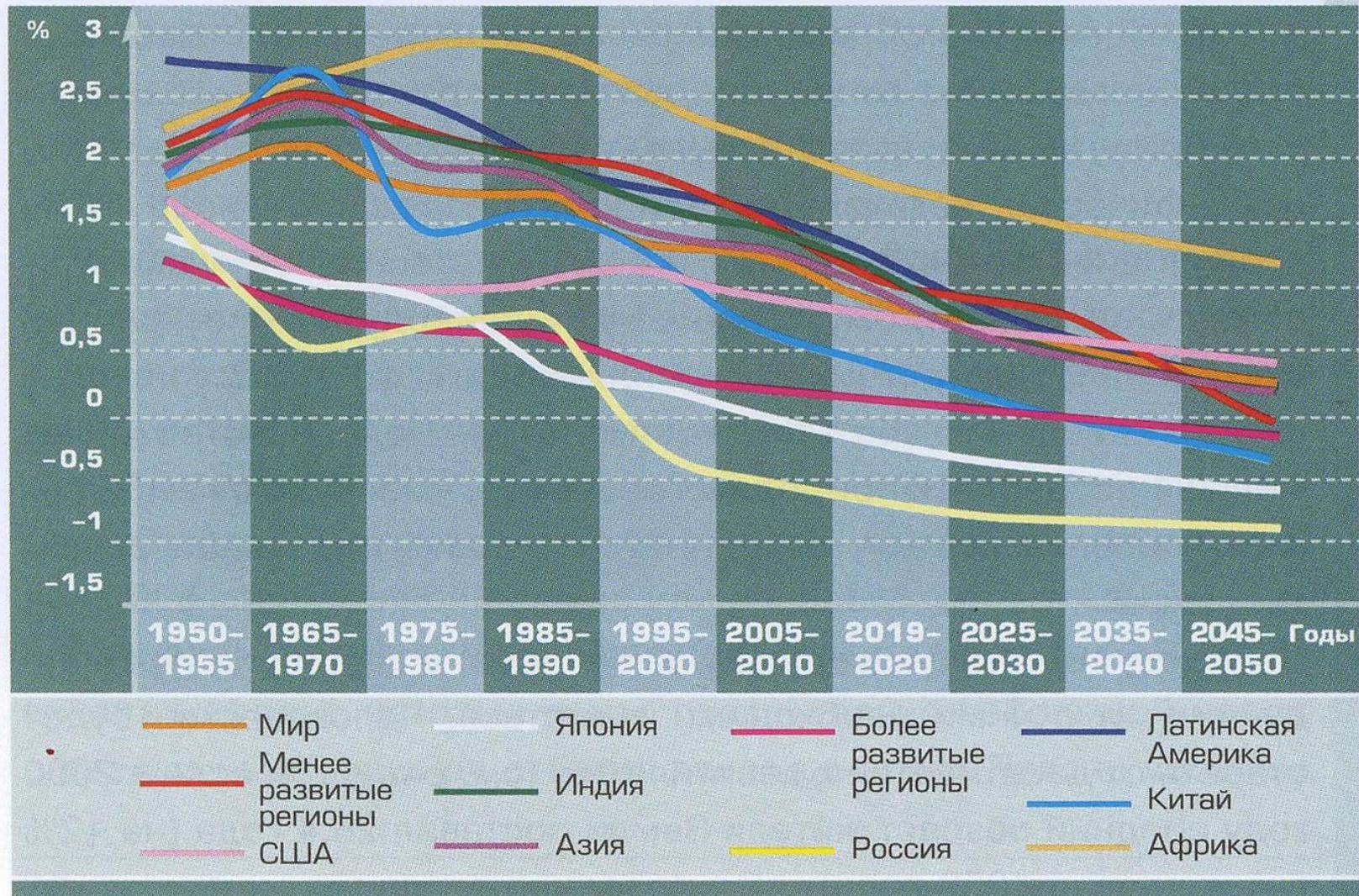
Рост народонаселения на Земном шаре

Изменение численности населения
в основных регионах и ряде ведущих стран мира
к 2050 году (прогноз)

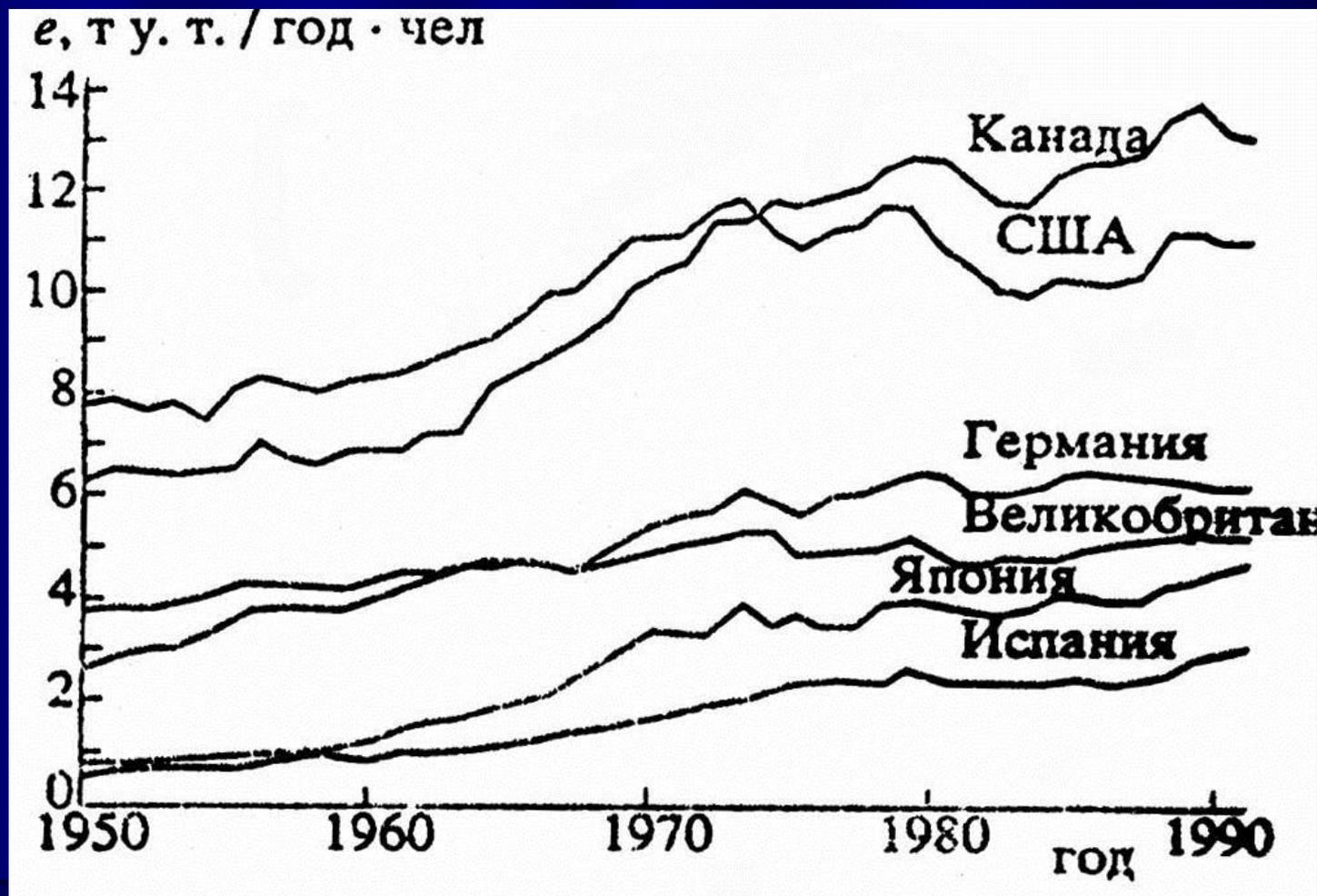


Рост народонаселения на Земном шаре

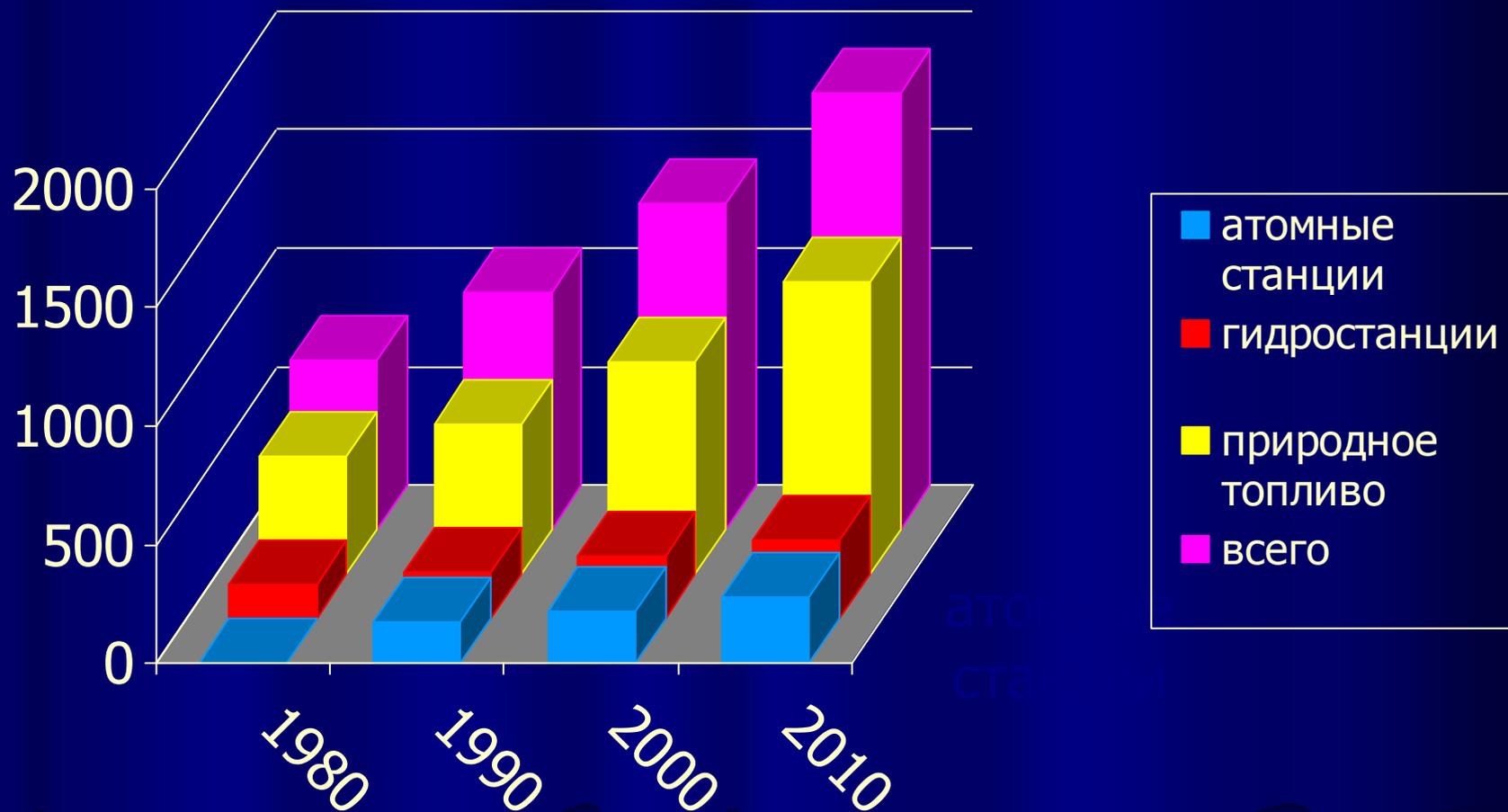
Среднегодовые темпы прироста по основным регионам и ряду ведущих стран с 1950 года и прогноз по 2050-й



Рост энергопотребления на душу населения

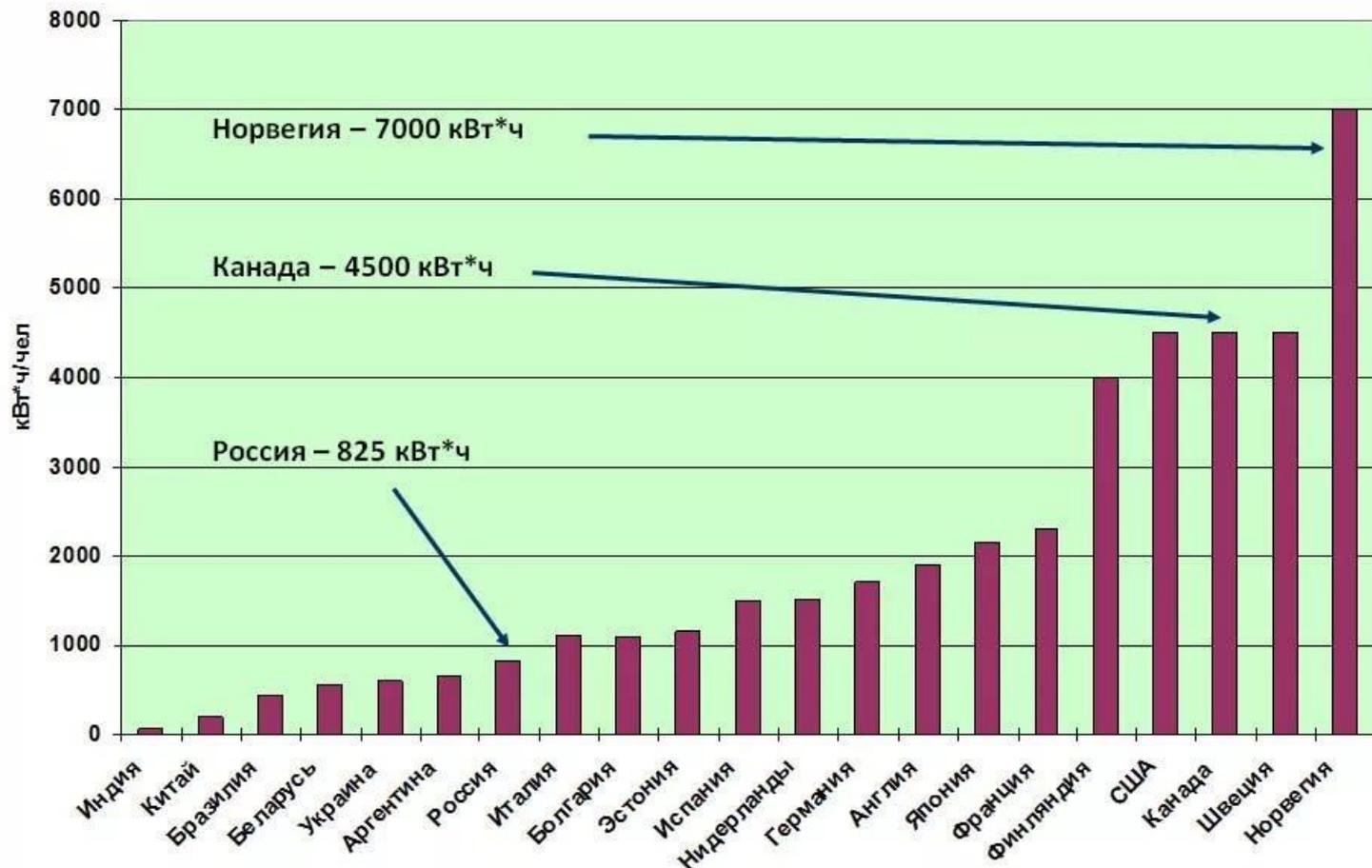


Рост выработки электроэнергии в последние десятилетия



Удельное потребление электроэнергии на душу населения

Удельное потребление электроэнергии населением,
кВт*ч/чел в год



Доля стран в производстве и потреблении электроэнергии

Производство и потребление электроэнергии

Страна	Доля в мировом производстве, в %	Страна	Доля в мировом потреблении, в %
США	18,9	США	24,2
РФ	12,5	Китай	9,2
Китай	9,2	РФ	8,9
СА	5,8	Япония	5,5
Канада	4,4	Германия	4,0
Великобритания	2,7	Канада	3,3
Иран	2,6	Франция	2,7
Мексика	2,3	Великобритания	2,7
Индия	2,1	Индия	2,6
Венесуэла	2,1	Украина	2,2

Расход условного топлива на производство энергии в год

- Годовое производство электроэнергии на Земном шаре в 2000 г. - 5 ГВт x год
- На 1МВт x год требуется $2 \cdot 10^6$ Т условного топлива
- Полный расход условного топлива должен быть масштаба **10 ПТ/год.**

Соотношение между различными источниками энергии

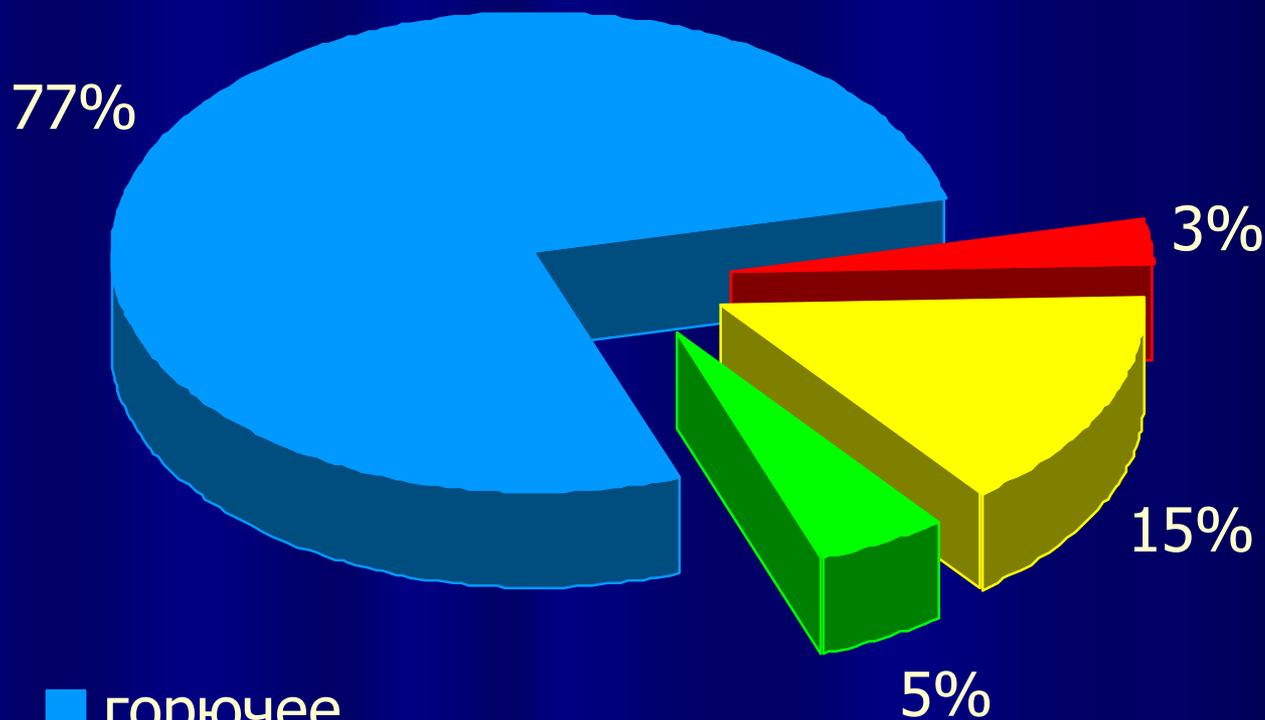
*1960 год
2930 МТ*



*1990 год
8013 МТ
27%*



Соотношение между источниками энергии



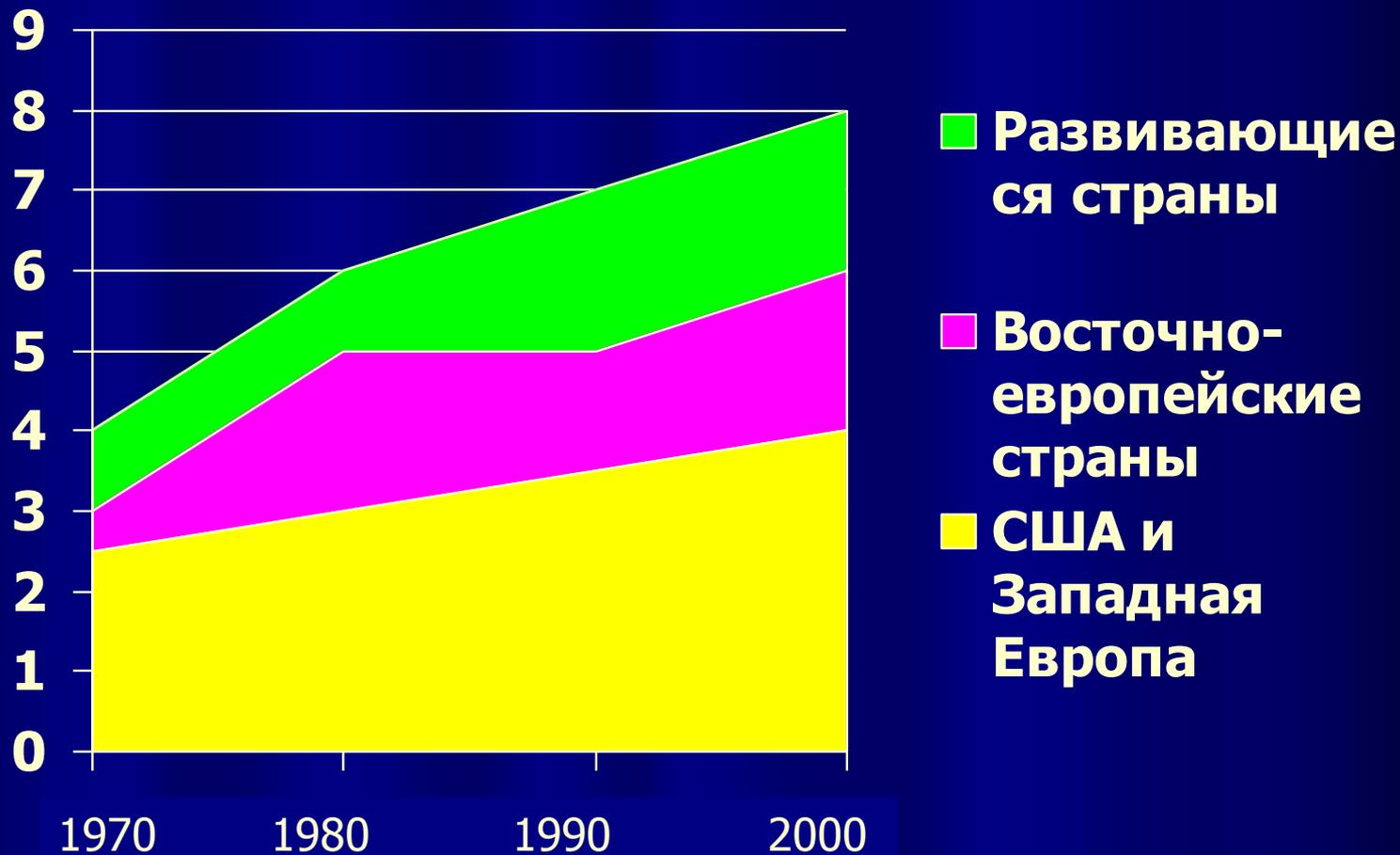
■ горючее

■ Ядерная энергия

■ Дрова

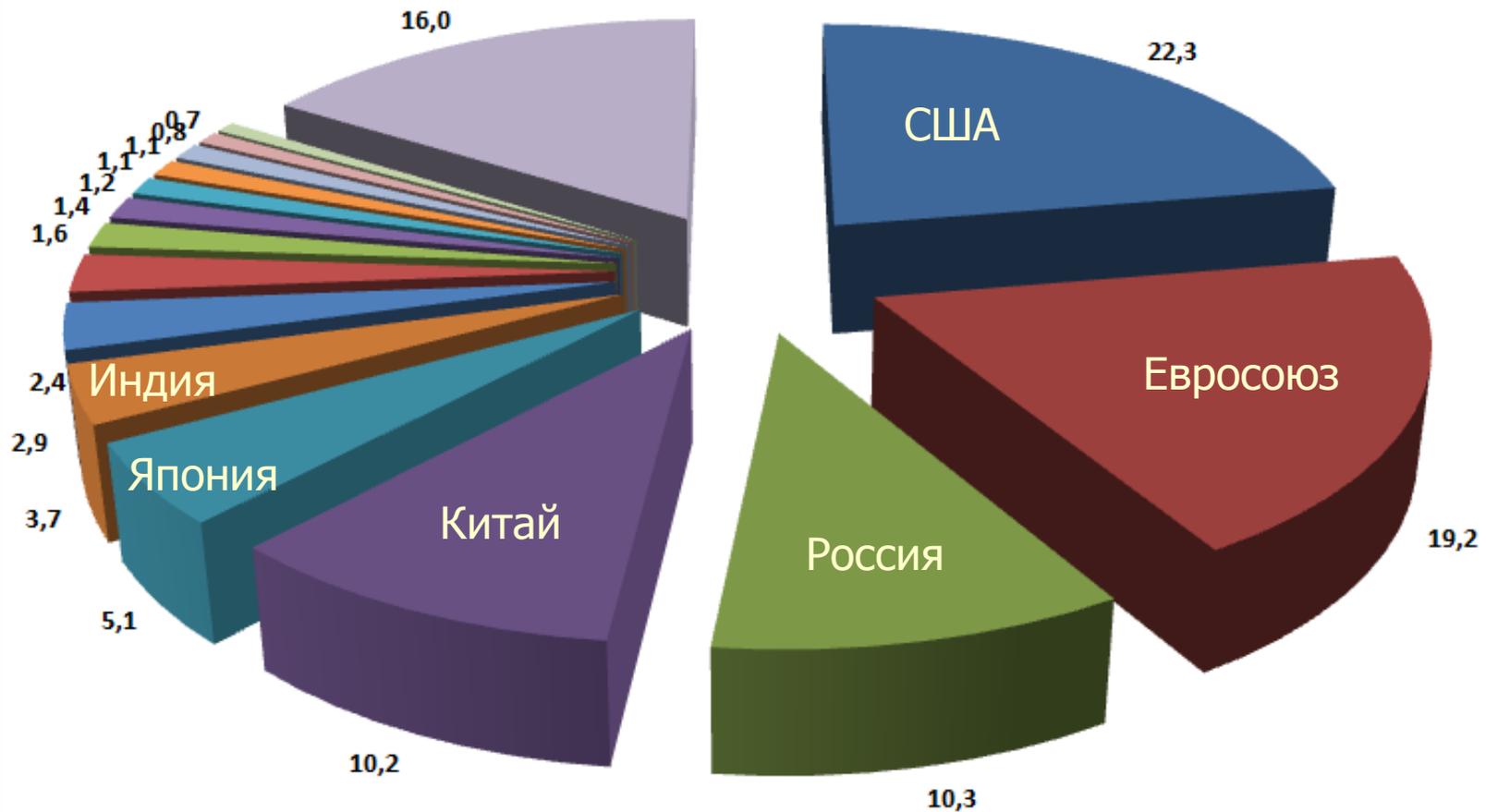
■ Возобновляемые источники энергии

Доля разных стран в потреблении топлива (ГТ)



Распределения потребления энергии в мире по группам стран

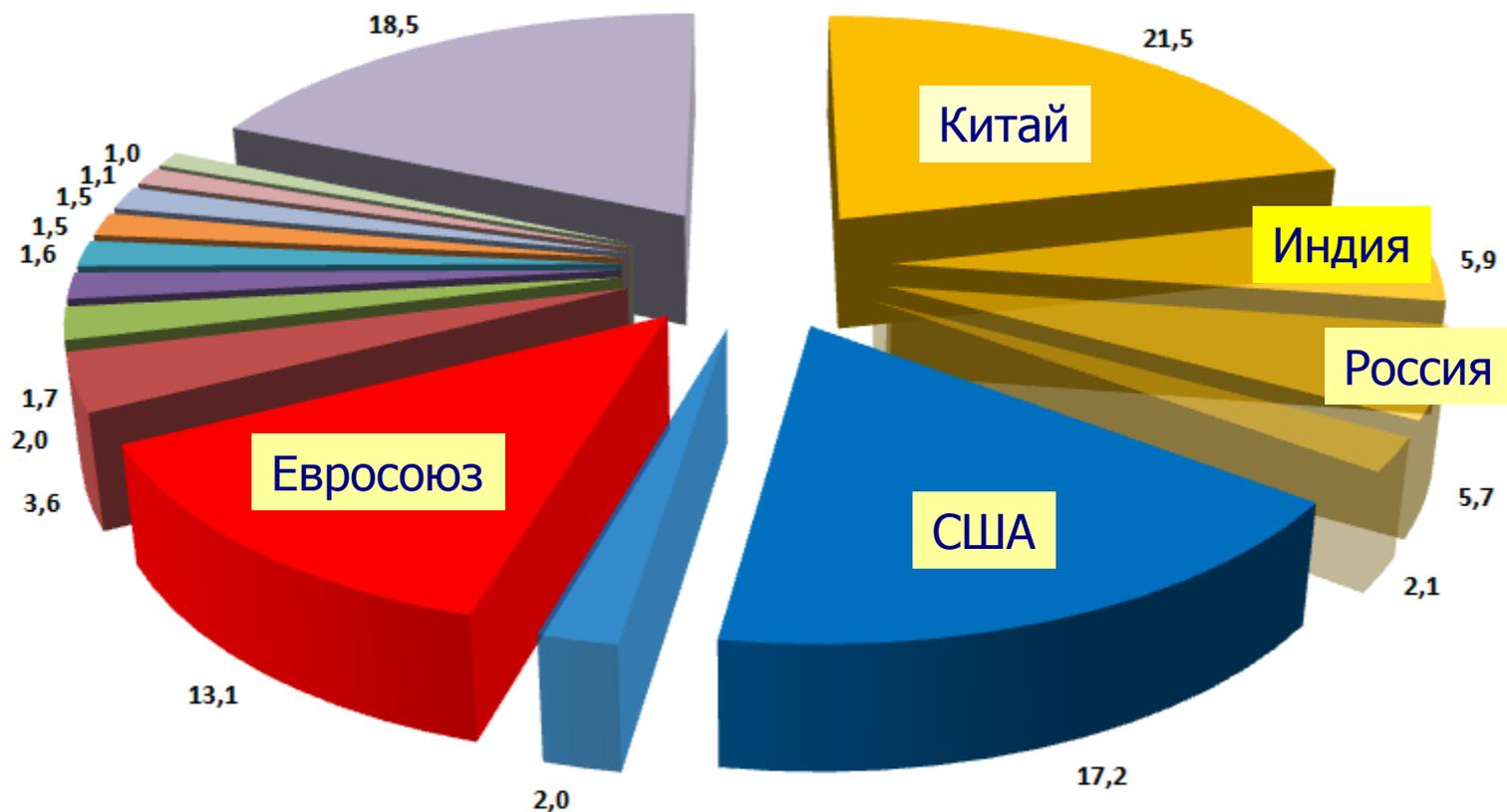
Доля в мировом потреблении энергии по странам в 1990 году, %



- | | | | | | |
|-----------|------------|---------------------|-------------|-------------|---------------|
| ■ США | ■ Евросоюз | ■ Россия | ■ Китай | ■ Япония | ■ Индия |
| ■ Украина | ■ Канада | ■ Бразилия | ■ Мексика | ■ Индонезия | ■ Южная Корея |
| ■ ЮАР | ■ Иран | ■ Саудовская Аравия | ■ Остальные | | |

Распределения потребления энергии в мире по группам стран

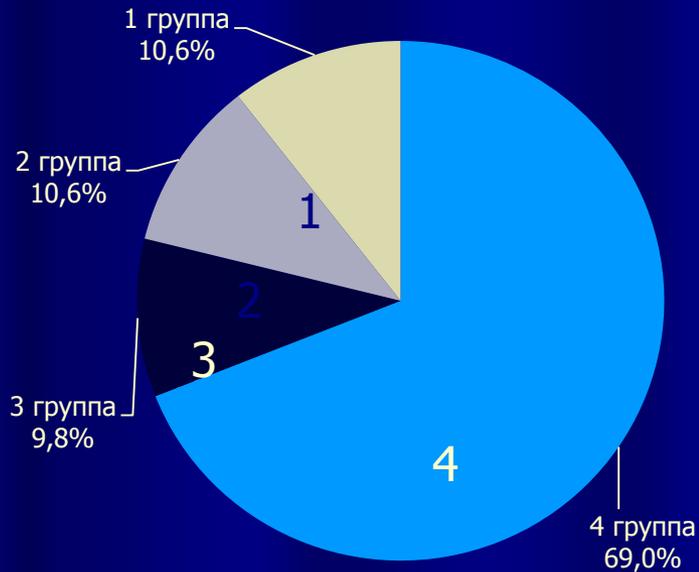
Доля в мировом потреблении энергии по странам в 2011 году, %



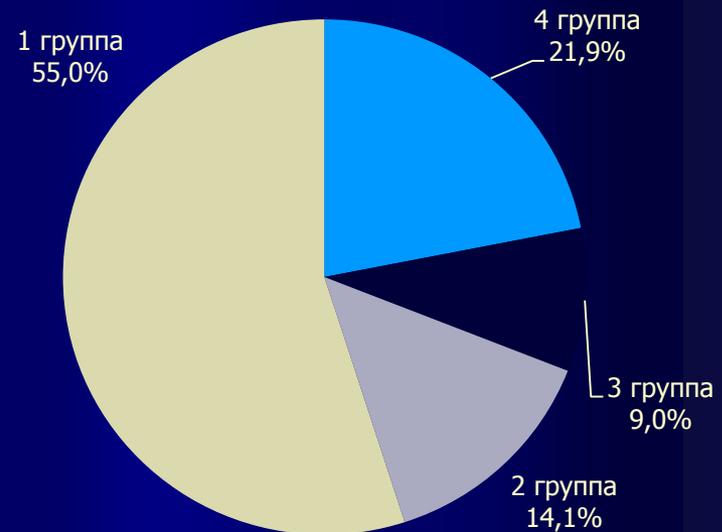
- | | | | | | |
|------------|----------|---------------|-------------|-------------|---------------------|
| ■ Китай | ■ Индия | ■ Россия | ■ Бразилия | ■ США | ■ Канада |
| ■ Евросоюз | ■ Япония | ■ Южная Корея | ■ Иран | ■ Индонезия | ■ Саудовская Аравия |
| ■ Мексика | ■ ЮАР | ■ Украина | ■ Остальные | | |

Распределения потребления энергии в мире по группам стран

Население в мире в 2010 г.



Потребление нефти в мире в 2010 г.



Группы стран по потреблению нефти (тонны/чел. год):

1 группа – > 2

2 группа – $1 - 2$

3 группа – $0,5 - 1$

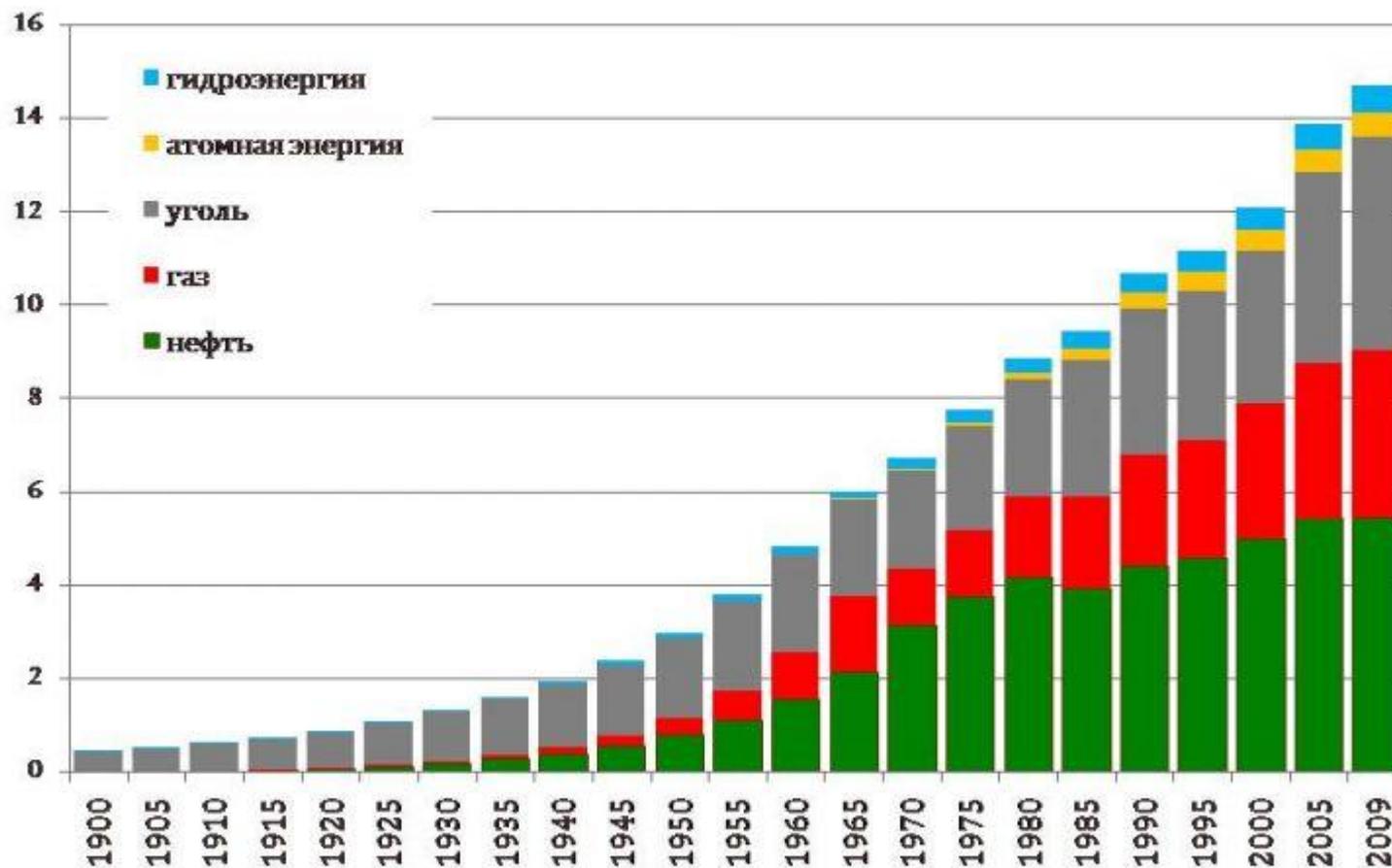
4 группа – $< 0,5$

Энергосбережение в развитых странах

**За последние 30-35 лет
США, Великобритания, Франция
сократили потребление нефти на
единицу ВВП против максимума
на 35-38%,
Германия, Канада, Швейцария, Япония
на 20-30%,
но при этом абсолютное потребление
энергии продолжало расти**

Соотношение между различными источниками энергии

Потребление первичной энергии в мире в XX в.
(млрд. тунт)

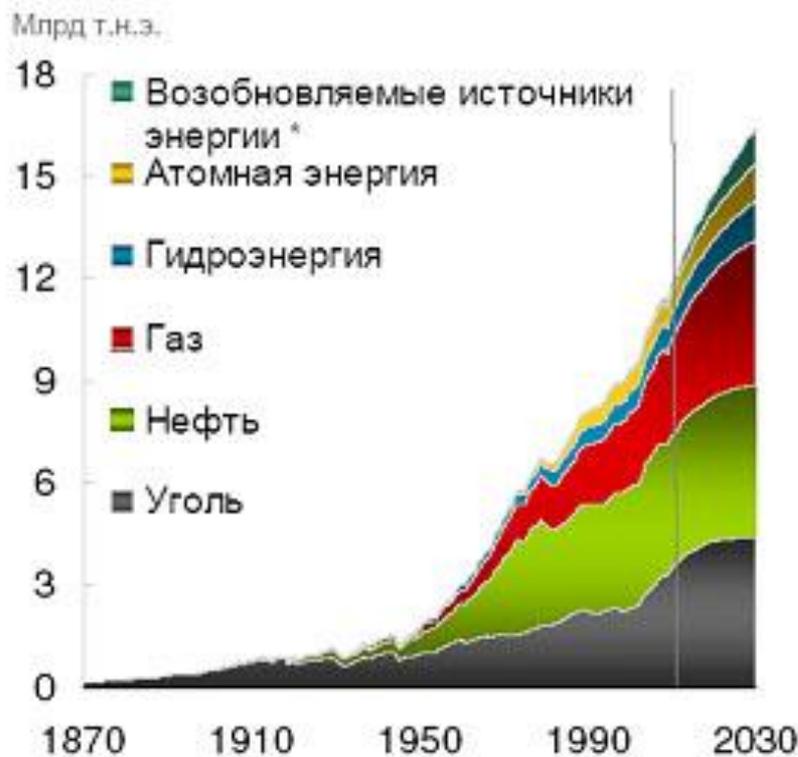


Соотношение между различными источниками энергии

Анализ динамики в долгосрочной перспективе: потребление энергии и структура топливного баланса...

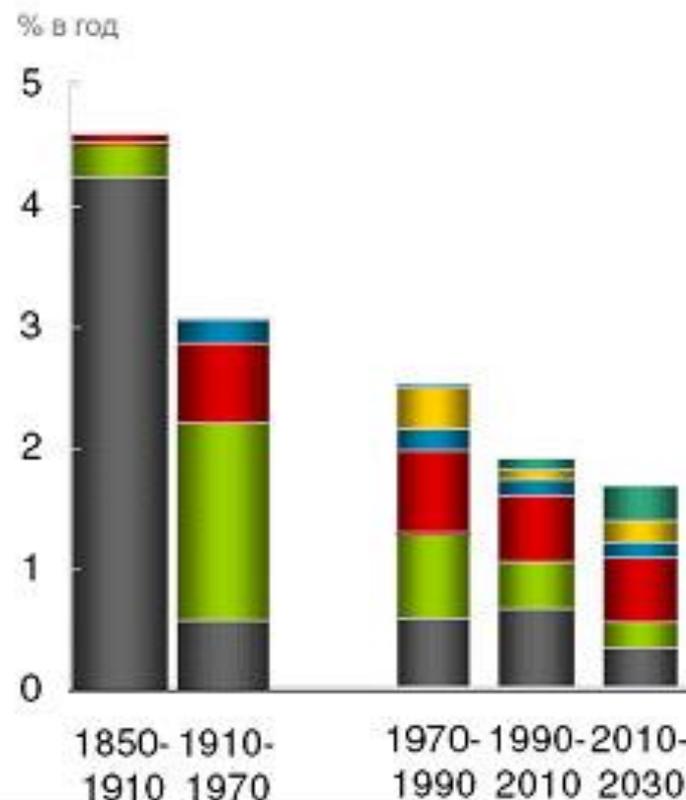


Мировое потребление энергии в коммерческих целях



* Включают биотопливо

Доля в общем росте потребления энергии



Запасы нефти в млрд. т по регионам мира на 01.01.2012 г.

Северная Америка	33.7
Южная Америка	51.1
Евразия	19.0
Ближний Восток	110.6
Африка	17.8
АТР	5.5
Мир	237.8

Крупнейшие по запасам нефти (в млрд. т) страны мира

Венесуэла	46,46
Саудовская Аравия	36,58
Канада	27,90
Иран	21,90
Ирак	21,22
РФ	17,80
Кувейт	13,98
ОАЭ	12,98
Ливия	6,25
Нигерия	5,02
США	4,21

Запасы нефти России на 01.01. 2012

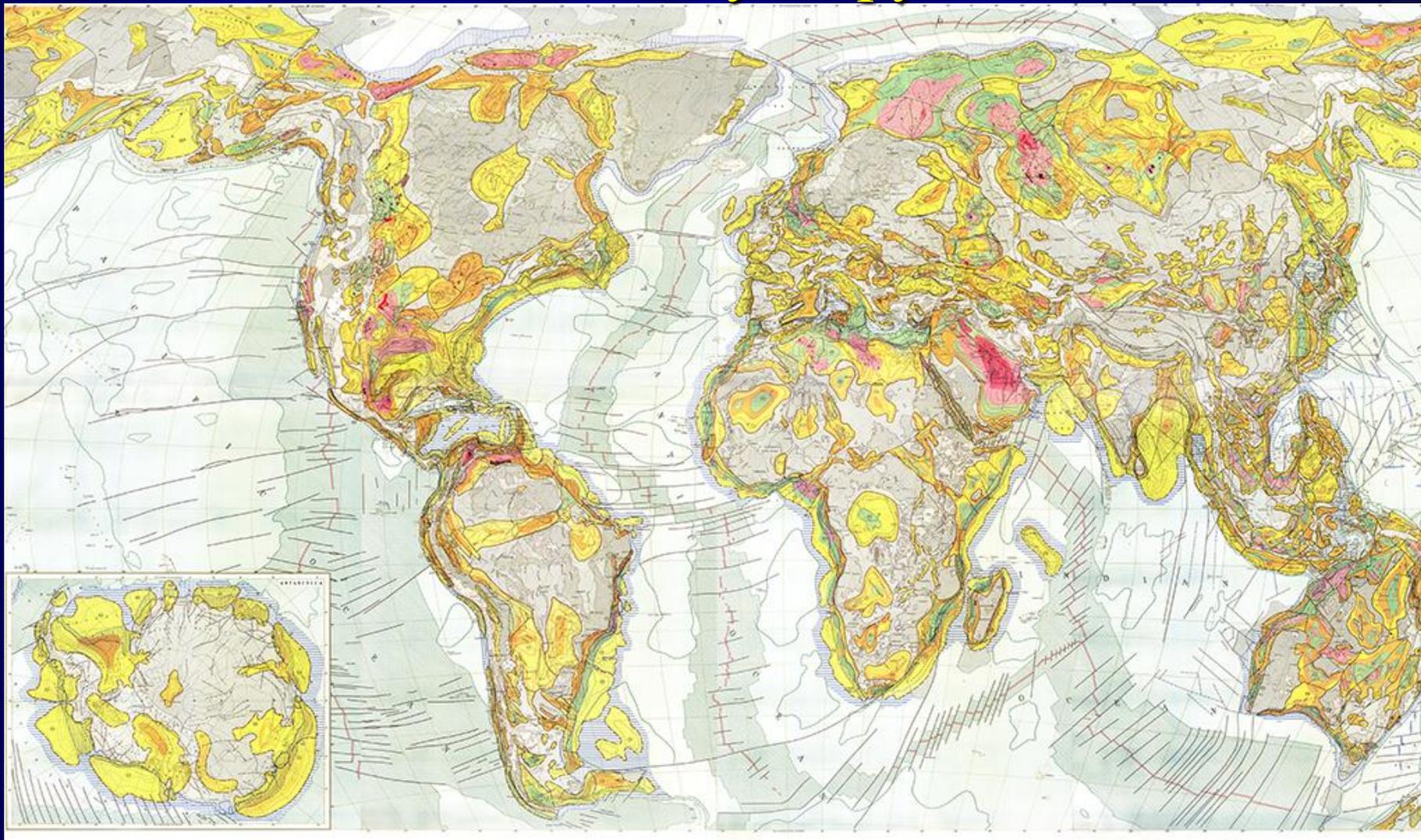
- Запасы нефти в России, по данным на 1 января 2012 года составляют 17,8 млрд тонн по категориям ABC_1 (достоверные, установленные и оцененные), по C_2 (предполагаемые) - 10,9 млрд т.
- Запасы газа российский министр оценил по этим категориям в 48,8 трлн кубометров и в 19,6 трлн кубометров соответственно.

(С.Донской).

Оценка доли России в общих запасах нефти и газа на Земном шаре на 01.01. 2012

По запасам газа Россия
занимает первое место, а по
нефти третье место в мире!

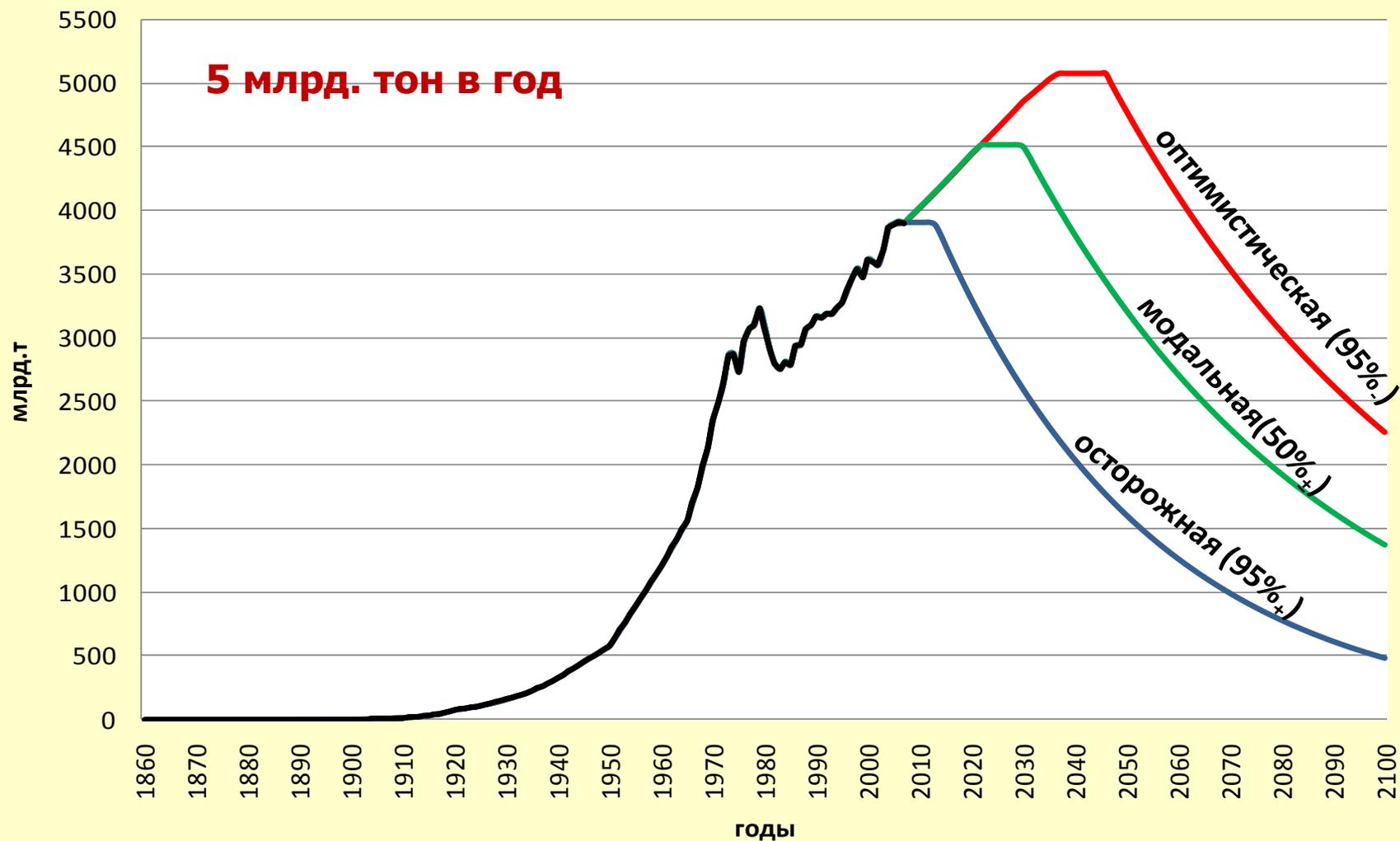
Карта распределения нефти и газа по земному шару



Результаты оценки (А.Э. Конторович, 2008 г., 2009 г.)

- средняя оценка начальных глобальных извлекаемых ресурсов нефти равна **510** млрд. т.
- с вероятностью **0,95** можно утверждать, что начальные глобальные извлекаемые ресурсы нефти *больше* **380** млрд. т и *меньше* **660** млрд. т;

Добыча нефти в мире (1859 – 2100)



Следует считать наиболее вероятным, что

- **максимальная добыча нефти в мире будет достигнута в 2020 – 2030 г.;**
- **максимальный уровень добычи нефти в мире будет составлять 4,2 – 4,7 млрд. т в год.;**

Наиболее вероятным следует считать то, что главными районами добычи нефти в мире будут:

бассейн Персидского залива,
Западная Сибирь,
бассейн Каспийского моря,
Восточная Сибирь,
нефтегазоносные бассейны на
атлантических шельфах Африки и Южной
Америки, включая бассейн Мексиканского
залива

Необходимо иметь в виду

Выполненные оценки касаются ресурсов и запасов традиционной нефти и конденсата. При росте цен на нефть, за счет увеличения добычи «тяжелой нефти» и переработки в углеводороды ресурсов черных сланцев добычу нефти на уровне 4,0 - 4,5 млрд. можно будет удерживать, если не будет найдено альтернативных решений, по крайней мере, до конца XXI века.

Но это будет дорогая нефть! Экология!

Газ – чистое топливо XXI века

- Новые сырьевые базы традиционного газа;
- Сланцевый газ;
- Угольный метан;
- Метан газовых гидратов.

Состояние и прогноз глобальной добычи газа

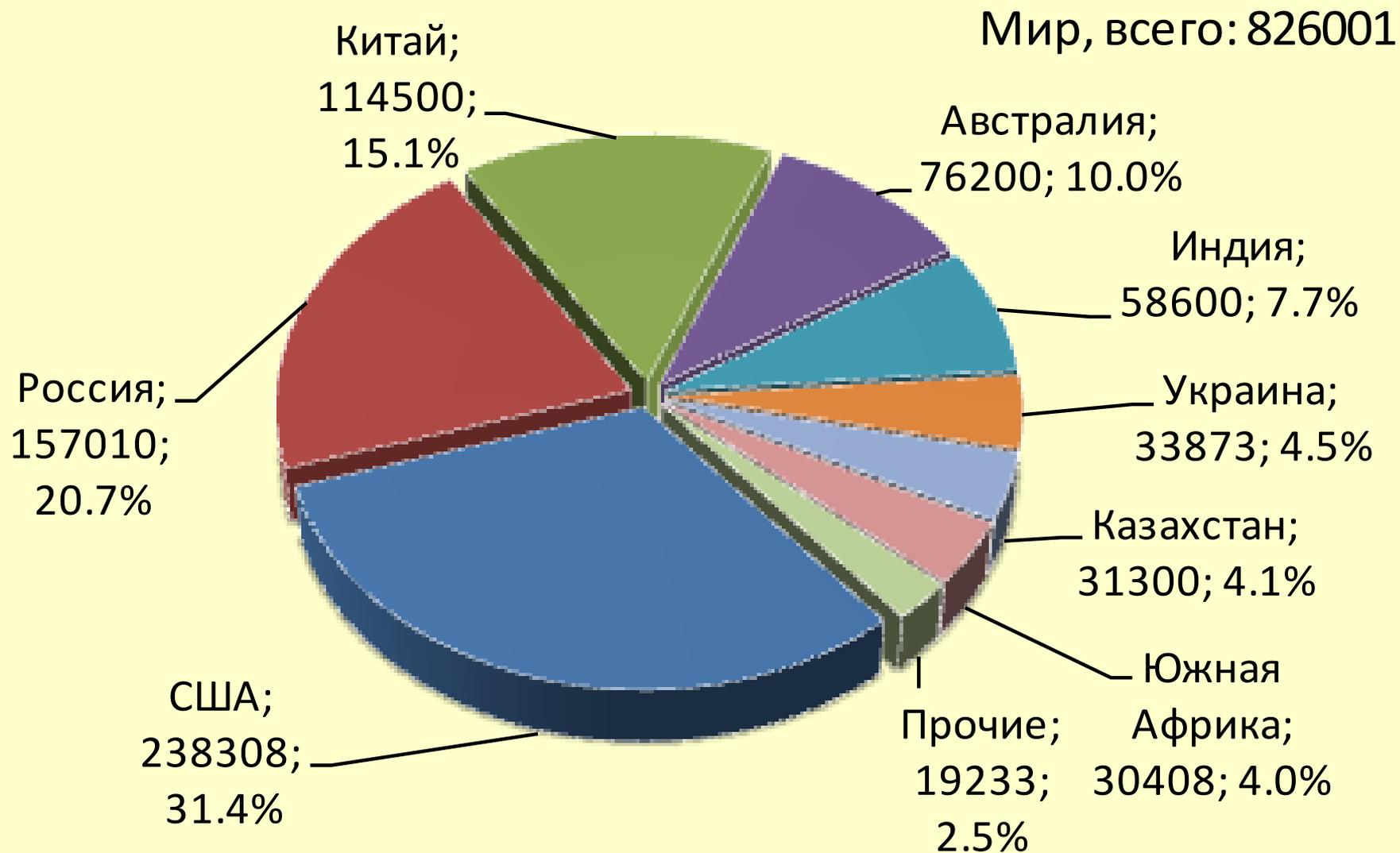
В 2012 г. добыча газа в мире достигла 3,3 трлн. м³.

В 2040-2050 гг. XXI века добыча газа превысит 5 трлн. м³.

Рост потребления угля

В 2012 г. в Китае было добыто более 3,6 млрд. т угля. Добыча угля в Китае составила более 45% мировой добычи. За 10 лет рост добычи в стране составил 2,2 млрд. т.

Запасы угля в мире в 2012 году (млн т, %)



Прогноз по запасам угля

СНГ	4310*10 ⁹ Т/г
Азия	680
США	1480
Канада	600
Южная Америка	14
Африка	377

Неравномерность распределения запасов угля в мире

Две страны (США и Россия) владеют более, чем 50% мировых запасов угля.

Пять стран (США, Россия, Китай, Австралия, Индия) владеют 84,9% мировых запасов угля!

При нынешнем уровне добычи угля и прогнозах его добычи в XXI веке разведанные на 01.01.2011 г. запасы угля вне США и России будут исчерпаны до конца пятидесятих годов нынешнего века!

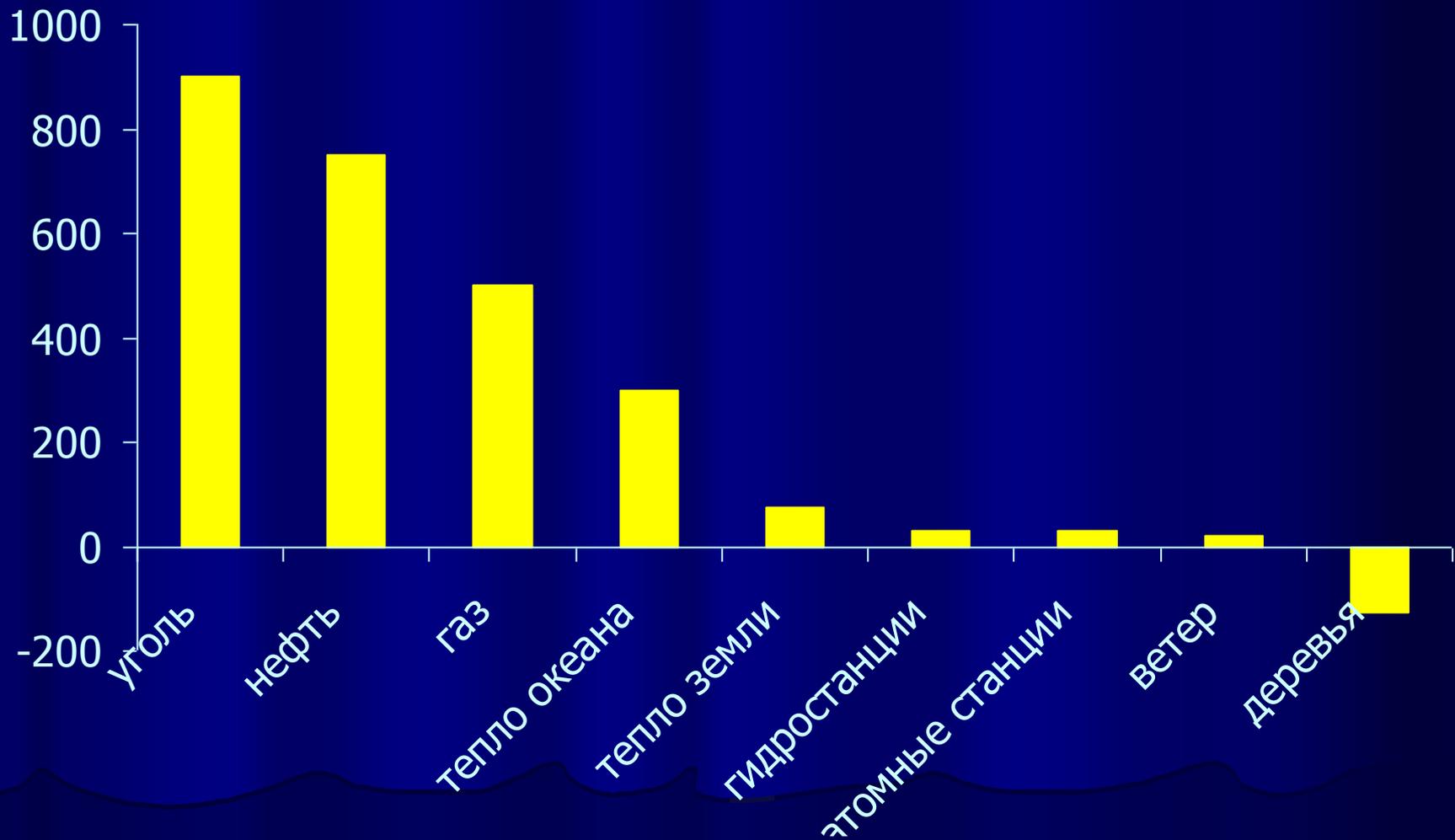
Необходим новый мировой энергетический порядок

Существующий мировой порядок потребления ресурсов углеводородов должен быть изменен в направлении более справедливого распределения их потребления на душу населения между жителями Земли. Для этого следует сформировать принцип самоограничения в энергопотреблении со стороны развитых стран с учетом естественных поправок на природно-климатические условия.

Прогноз по запасам полезных ископаемых, составленный в 1980 г.

Золото, серебро	2020
Нефть	2024
Медь	2055
Природный газ	2060
Каменный уголь	2190
Железная руда	2390
Уран	2990

Выбросы углекислоты в атмосферу при использовании различных источников энергии



Твердые отходы при производстве энергии

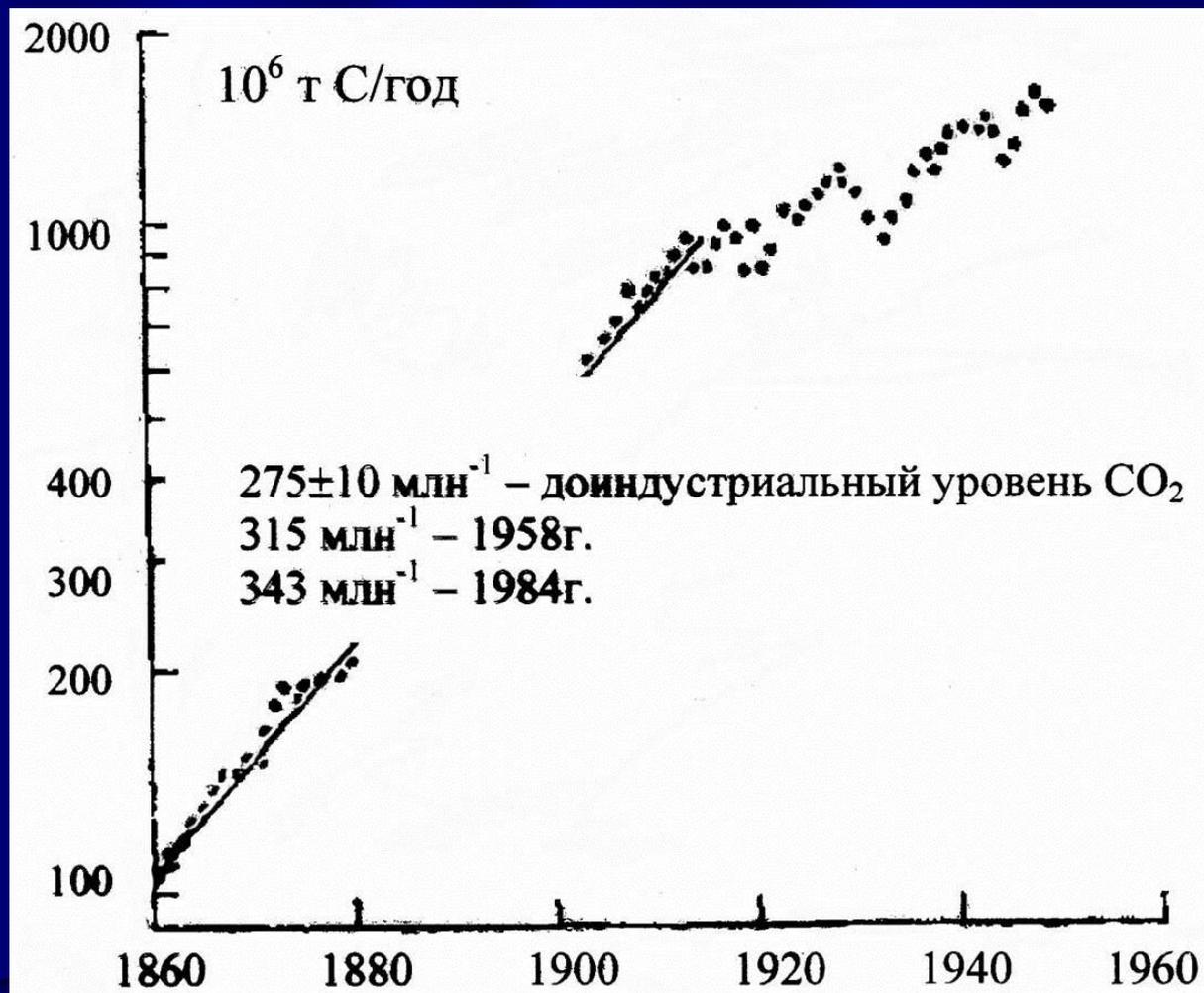
На 1МВт*год требуется $2 \cdot 10^6$ Т угля
Это $4 \cdot 10^5$ Т золы, из которых $8 \cdot 10^3$ Т выбрасывается в атмосферу



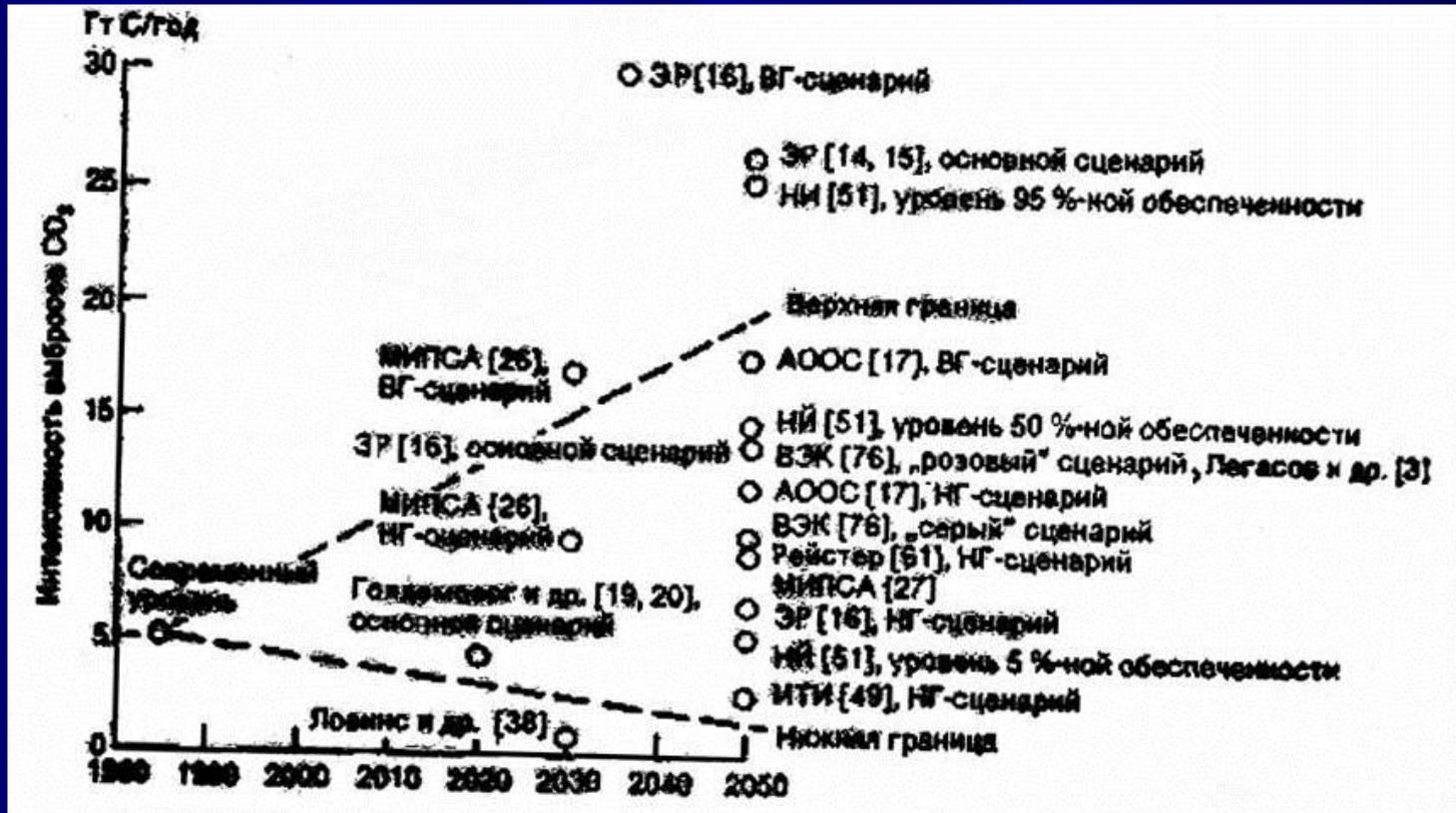
Какой выход?

Переход к оптимальной энергетике

Рост выбросов CO₂ за столетие



Прогноз по выбросам CO₂



Глобальное потепление

Причины:

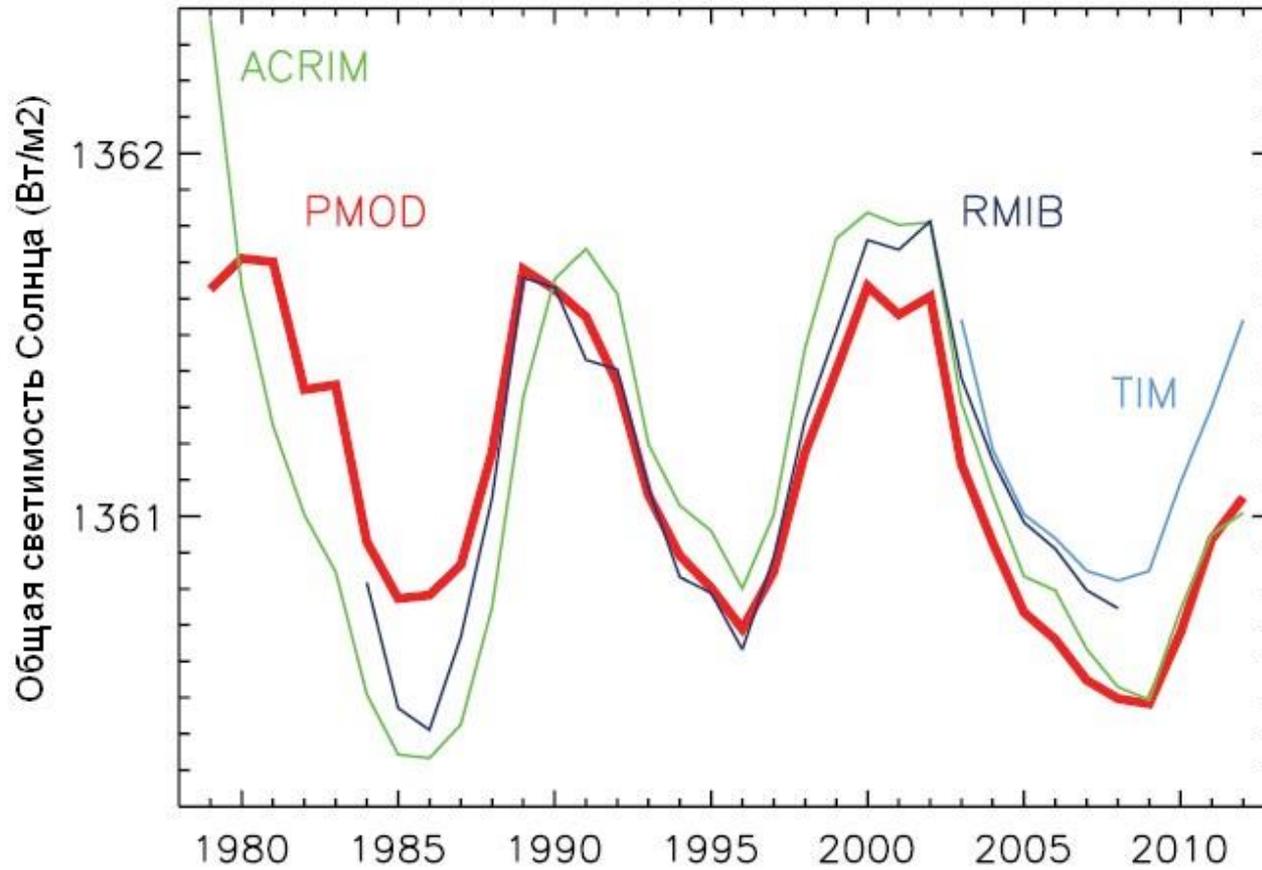
- Изменение газового состава атмосферы
- Вариации светимости солнца
- Извержения вулканов
- Изменения в орбитальном движении Земли вокруг Солнца

Глобальное потепление

Глобальный индекс температуры между сушей и океаном



Солнечная светимость



Глобальное потепление

- Вариации светимости Солнца вместе с вулканической активностью не объясняют изменения климата

Последствия

- Таяние арктических льдов, повышение уровня моря, отступление ледников

Повышение уровня моря с 1993 года составляло в среднем от 2,6 мм до 2,9 мм в год

Последствия

- Природные катаклизмы:
 1. Количество и распределение атмосферных осадков
 2. Учащение наводнений, ураганов и засух

Последствия

- Волны тепла и другие квазистационарные погодные состояния:
 1. Частота событий чрезвычайно жаркой погоды по сравнению с десятилетиями до 1980 года увеличилась приблизительно в 50 раз

Последствия

- Уменьшение дней «благоприятной» погоды
- Закисление океана
- Резкое изменение климата

Годовое энергопотребление

$$Q = 10^{21} \text{ Дж.} \quad 1 \text{ кВт час} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

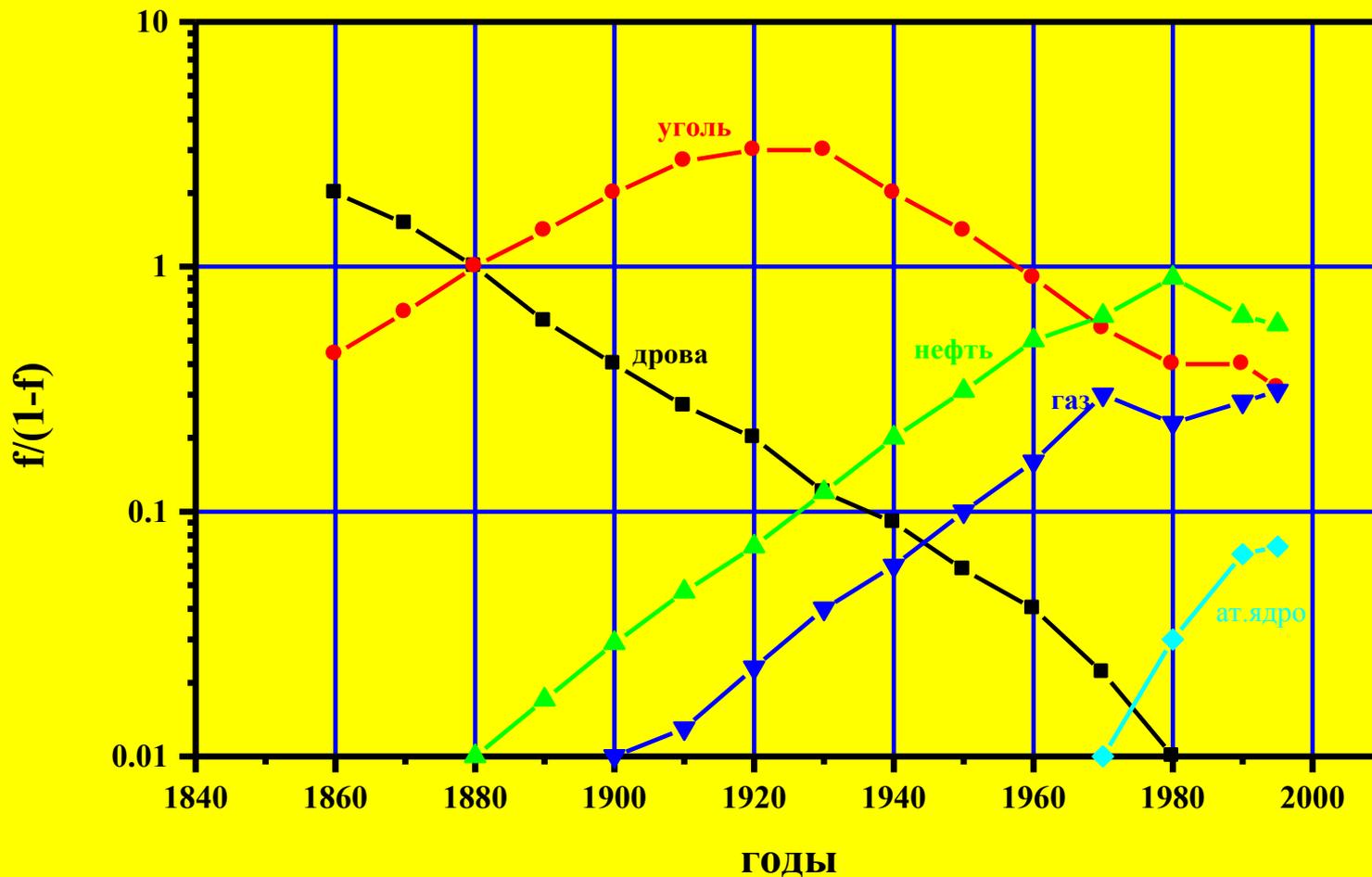
- ♦ На Землю ежегодно падает от Солнца $S \cong 3300 Q$.
(примерно половина отражается)
- ♦ На весь фотосинтез затрачивается $1,2 Q/\text{год}$.
- ♦ Ветер, атмосферные течения $11 Q/\text{год}$.
- ♦ Гидроэнергия $0,1 Q/\text{год}$.
- ♦ **За всю историю вплоть до XX века человечество израсходовало примерно $1Q$.**
- ♦ **В 1995 году $0,4 Q$. Прогноз на 2020 - $0,6 Q$.**

Перспектива роста энергопотребления

- ◆ Чтобы подтянуть энерговооруженность отстающих стран до уровня выше 2 –3 кВт/чел, нужно поднять среднюю по Земле до ~6 кВт/чел. (в 2 раза меньше, чем сейчас в США)
- ◆ При 10 Млрд. населения это даст годовую потребность в 1,89 Q

Пределом годового потребления в настоящее время считается 0,1% от C, т.е. 3,3 Q

Изменение удельного веса первичных источников энергии



Оценка энергоресурсов Земли

Энергоноситель		Запас энергии
Нефть	$2,85 \times 10^{11}$ т.	~ 13.3 Q
Газ	$2-3 \times 10^{11}$ т	~ 8 Q
Уголь	9.74×10^{12} т.	297 Q
Уран и торий	$\sim 10^8$ т	~ 5000 Q
Дейтерий	2.5×10^{13} т	$\sim 1.5 \times 10^{10}$ Q

Источники:

[2.1] Energy Options for the Future Meeting at US Naval Research Laboratory,
11-12 March 2004

Что необходимо знать по теме данной лекции

1. Мощность потока излучения, поступающего на Землю от Солнца
2. Каналы распределения энергии, поступающей от Солнца к Земле
3. Рост народонаселения на Земном шаре
4. Рост энергопотребления на душу населения
5. Распределения потребления энергии в мире по группам стран
6. Оценка запасов нефти и газа в России
7. Прогноз по развитию в мире добычи угля и углеводородов
8. Состояние и прогноз глобальной добычи газа
9. Прогноз по запасам полезных ископаемых, составленный в 1980 г.
10. Выбросы углекислого газа в атмосферу при использовании различных источников энергии
11. Прогноз по выбросам CO_2 в атмосферу
12. Изменение удельного веса первичных источников энергии

Спасибо за внимание