

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова  
Межфакультетский учебный курс

*Марфенин Николай Николаевич,*

*профессор биологического ф-та;*

*Попова Людмила Владимировна,*

*в.н.с., к.б.н. Музея землеведения*

## **Лекция №5:**

# **Потребление энергетических ресурсов**

Почтовый ящик курса: [ecopro2014@mail.ru](mailto:ecopro2014@mail.ru)

пароль: 2014ecopro

## Рекомендуемые источники информации по теме: Энергетические ресурсы:

- **World Energy Outlook: 2012**
- **Key World Energy Statistics, 2011**
- **Марфенин Н.Н.** Экология – М.: Изд. Центр Академия, 2012. - с.209-238
- **Марфенин Н.Н.** Устойчивое развитие человечества. – М.: Изд-во МГУ, 2007. С.272-354.
- **Миллер. Т.** Жизнь в окружающей среде. **Т.2.** – М.: Галактика, 1996. – Стр.: 281-330.
- **Саймон Д.** Неисчерпаемый ресурс. – Челябинск: Социум, 2005. – С.202-254.
- **Энергетическая стратегия России до 2030 г.**

# Экологические проблемы энергопотребления

- Недостаток минеральных, водных, продуктовых и пр. ресурсов теоретически возможно компенсировать за счет их воспроизводства из других ресурсов при условии . . . наличия энергии.
- **Достаточно ли у человечества энергетических ресурсов ?**
- Насколько безопасно вырабатывать и потреблять все больше энергии?

## Дж.Саймон о неиссякаемости нефти (с.219)

«По тщательном размышлении приходится делать вывод, что...потенциальные запасы нефти и, что еще важнее, пользы, из нее извлекаемой, бесконечны.

1) Можно измерить потенциальную отдачу отдельной скважины (хотя с совершенствованием методов добычи эта величина будет расти). Но при этом мы не в состоянии оценить количество возможных в настоящем и будущем нефтяных скважин. И в этом смысле мы не можем содержательно говорить о конечности запасов.

2) Но даже если предположить, что мы каким-то образом сумели оценить возможное число нефтяных скважин и соответствующий потенциал нефтедобычи (с учетом, скажем, будущего совершенствования технологии), останутся громадные запасы в виде нефтяных песков и сланцев.

3) Можно предположить, что мы сумели оценить запасы нефти в виде нефтяных песков и сланцев, тогда придется подсчитать, **сколько нефти можно получить из угля**. Это также может быть сделано, хотя при этом оценки будут еще более приблизительными, а значит, смысл выражений - конечность и «ограниченность запасов станет еще менее определенным.

4) **Нефть можно производить из масличных растений** из пальмового масла, соевого и т.п. Этот источник уже ни в каком разумном смысле нельзя считать конечным **резервы воды, земли и солнечного тепла неограниченны**. Идея «конечности» делается еще менее осмысленной.

5) **Нефть может быть заменена солнечной и ядерной энергией** нам ведь нужна не сама нефть, а приносимая ею польза, а это делает представление об ограниченности запасов еще менее содержательным.

б) Конечно, и Солнце может когда-нибудь погаснуть, но не исключено, что к тому времени человечество подыщет себе какое-либо другое солнце.

Размышления о конечности солнца и планет столь же практичны, как вопрос о числе ангелов, помещающихся на конце иглы. С учетом возможностей использовать энергию солнца все разговоры о «конечности» энергоресурсов можно оставить для факультетов метафизики, поскольку никакого практического смысла в них нет».

*Источник: Саймон Дж. Неисчерпаемый ресурс – Челябинск: Социум, 2005 – С.219*

**В чем заключается софизм в рассуждениях Дж. Саймона ?**

# ***Софизм Дж. Саймона***

## **заключается в**

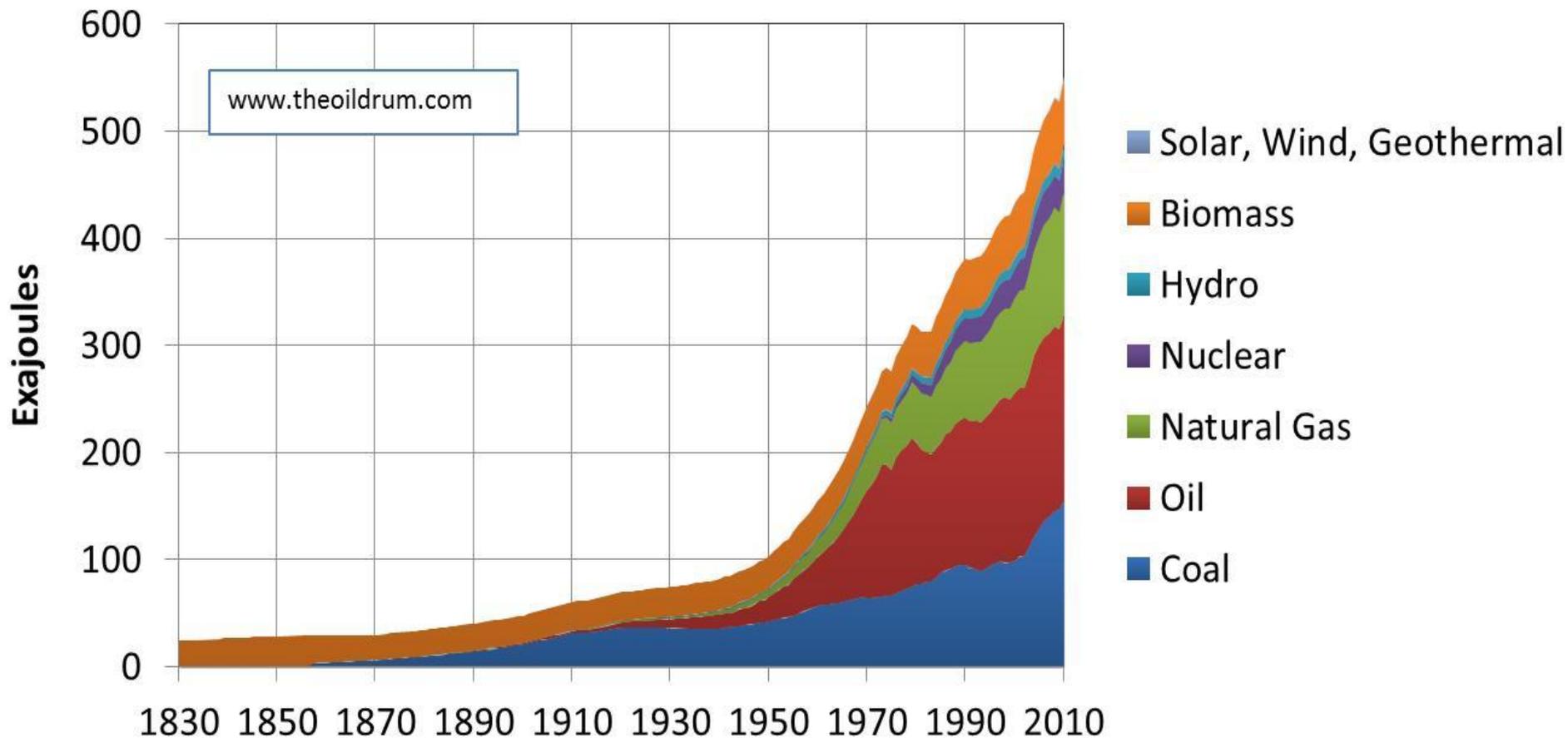
- Подмене вопроса о конечности рентабельных запасов энергоносителей утверждением о неисчерпаемости энергии вообще
- Что относится к энергоносителям?
- На какой период их должно хватить ?
- Какова их цена ?

# Источники энергии:

- I. Горючие ископаемые:
  - Нефть
  - Природный газ
  - Уголь
  - Древесина, солома и пр.
- II. Атомные электростанции
- III. Гидроэлектростанции
- IV. Солнечные электростанции
- V. Приливные электростанции
- VI. Гидротермальные электростанции

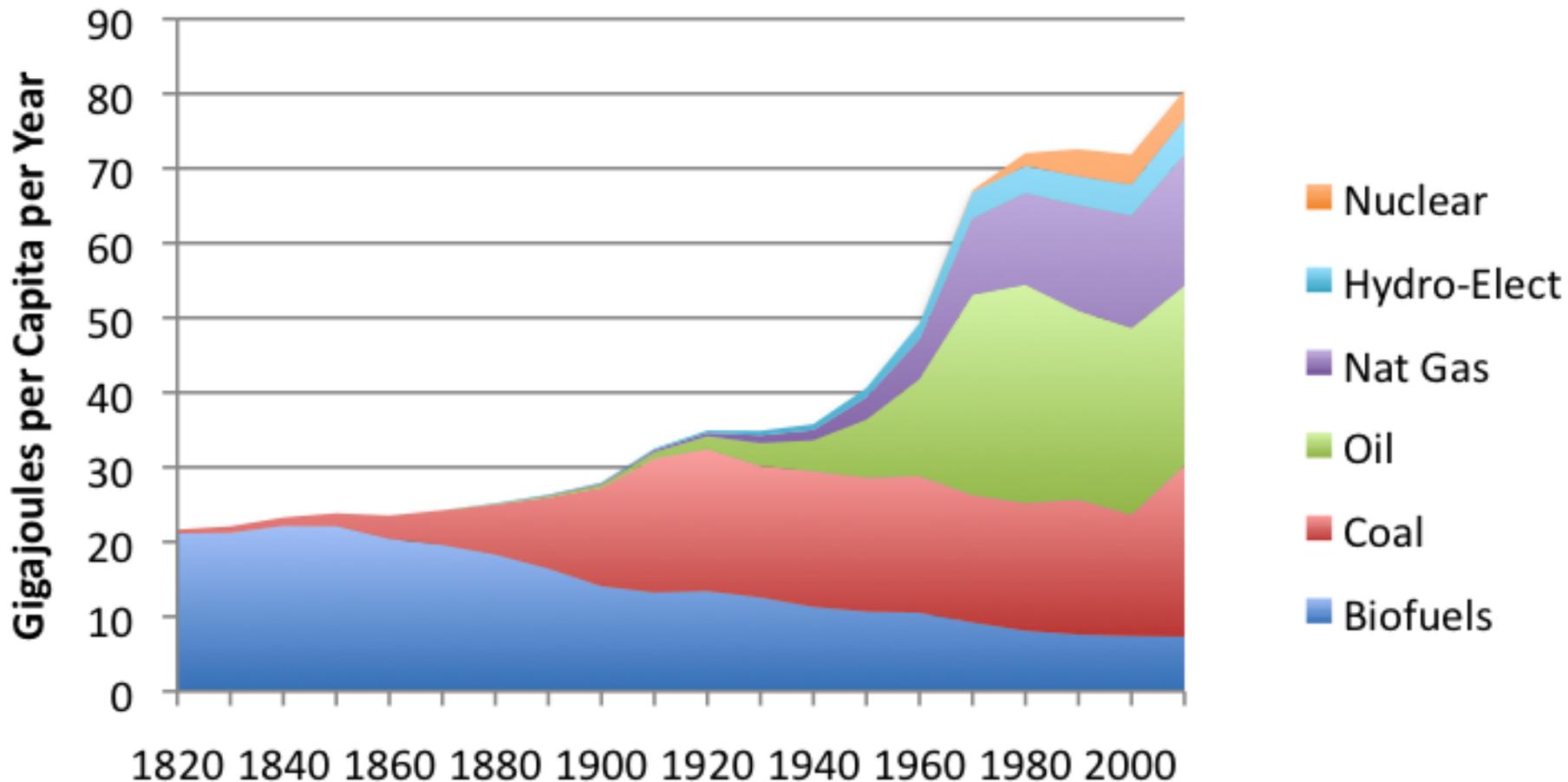
# Динамика мирового потребления энергии из различных источников (по: <http://www.ideas21.co.za/2012/03/02/>)

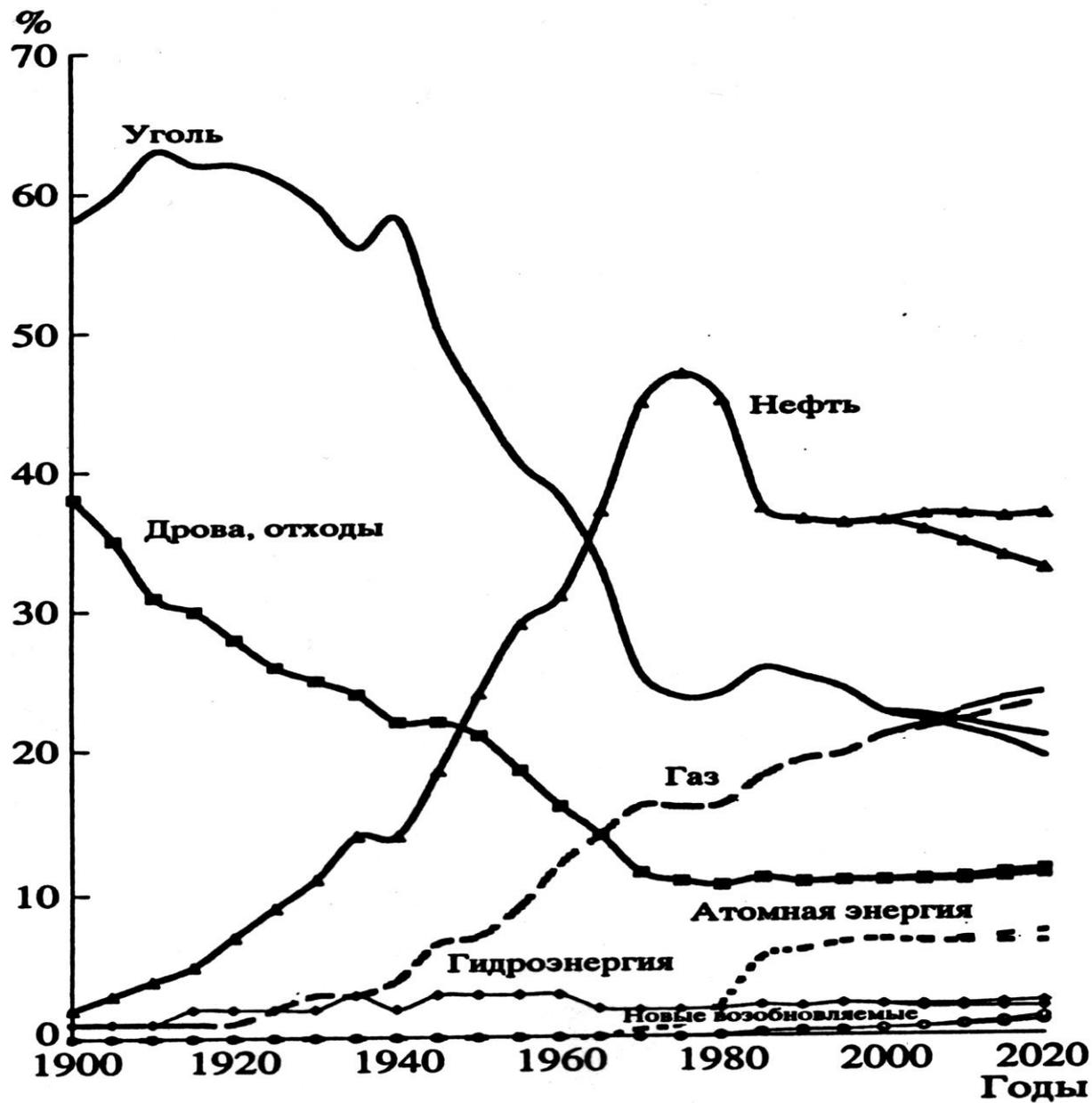
## Global Primary Energy Consumption 1830 - 2010



# Среднемировое потребление энергии на душу населения в год по источникам энергии

## World per Capita Energy Consumption





Эволюция структуры мирового потребления энергии

Архив:

**Резервы, ресурсы, мировое потребление горючих ископаемых** по состоянию на 1980 г. и **оценка возможной продолжительности их использования** (источник энциклопедия: *Окружающая среда, 1993*)

<b>Энергоноситель</b>	<b>Резервы</b> (млрд. тонн условн. топлива)	<b>Ресурсы</b> (млрд. тонн условного топлива)	<b>Мировое потребление</b> (млрд. тонн резервов в 1980 г.)	<b>Расчетная продолжительность использования условного топлива (лет)</b>
Уголь	700	10 000	1,5	<b>160-620</b>
Нефть	150	1 400	3,7	<b>25-90</b>
Газ	100	400	1,6	<b>40-130</b>

Актуально:

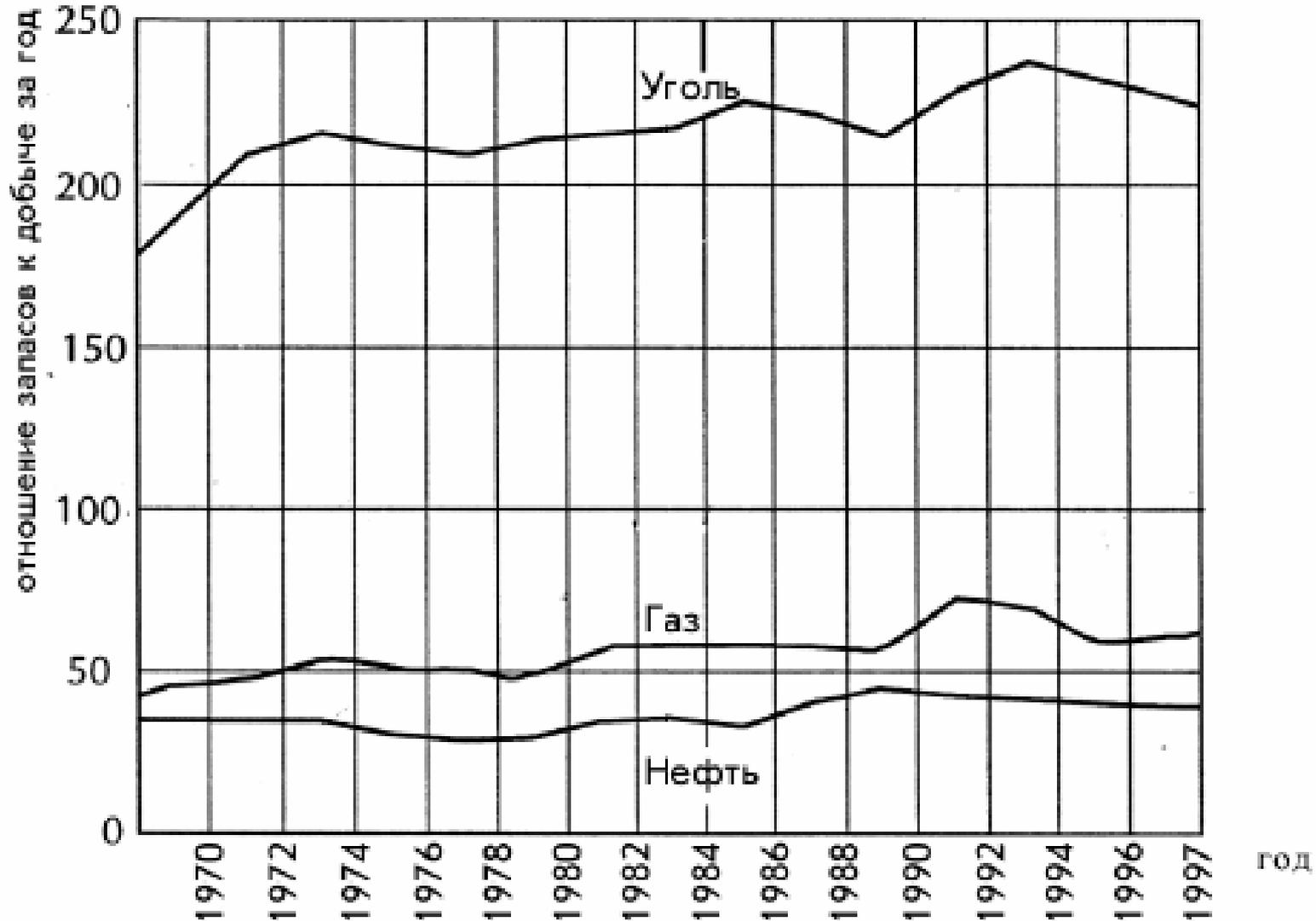
**Запасы и добыча основных видов минерального сырья в мире (по: РГО <http://www.rgo.ru/2011/09/mineralnye-resursy-%E2%80%93-zapasy-i-dobycha/>)**

Сырьё	Выявленные ресурсы	Добыча, в год	На сколько лет хватит при нынешнем уровне добычи
Газ (млрд куб.м)	174 945	3 646	<b>48</b>
Нефть (млн тонн)	202 996	3 720	<b>55</b>
Уголь каменный (млн тонн)	3 000 311	5 232	<b>573</b>

***Вывод:***

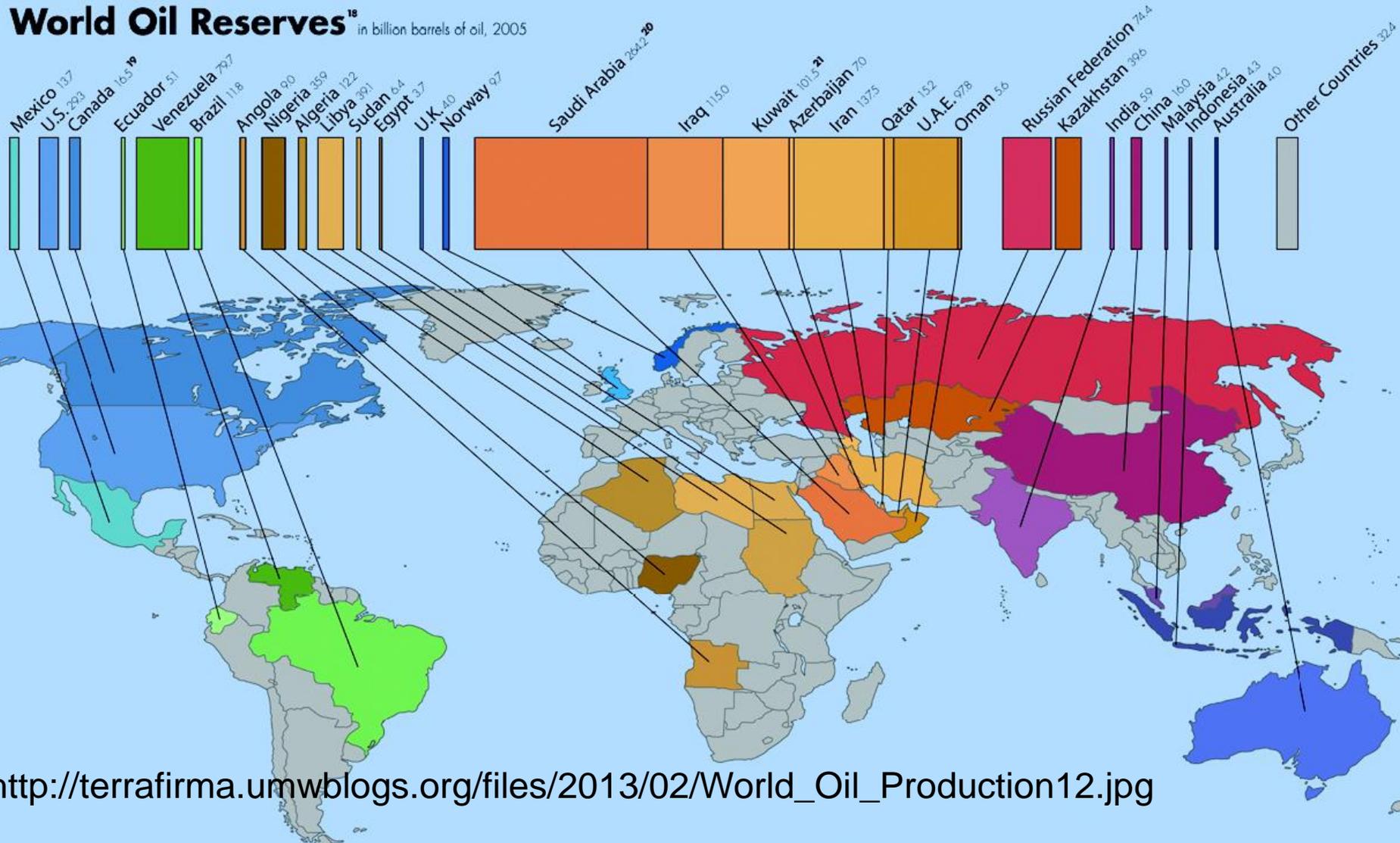
**В настоящее время нет оснований считать, что глобальные запасы горючих ископаемых будут исчерпаны в обозримом будущем**

**Соотношение между запасом разведанных месторождений горючих ископаемых и их ежегодной добычей в течение 30 лет почти не меняется (по: Colombo, 1998).**



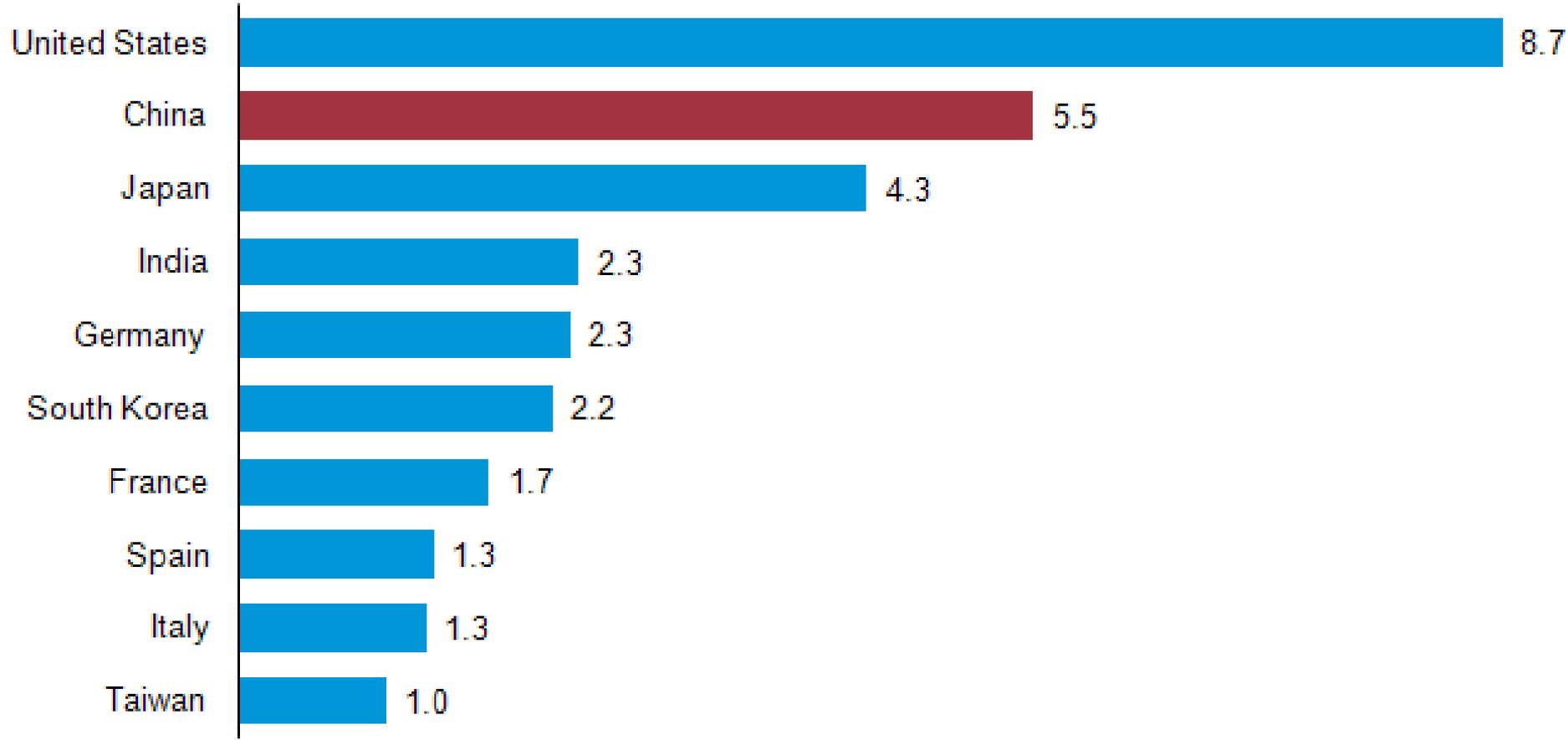
# Вследствие неравной доступности стран к горючим ископаемым возможны серьезные политические, экономические и экологические последствия

## World Oil Reserves<sup>18</sup> in billion barrels of oil, 2005



# Top ten net oil importers, 2011\*

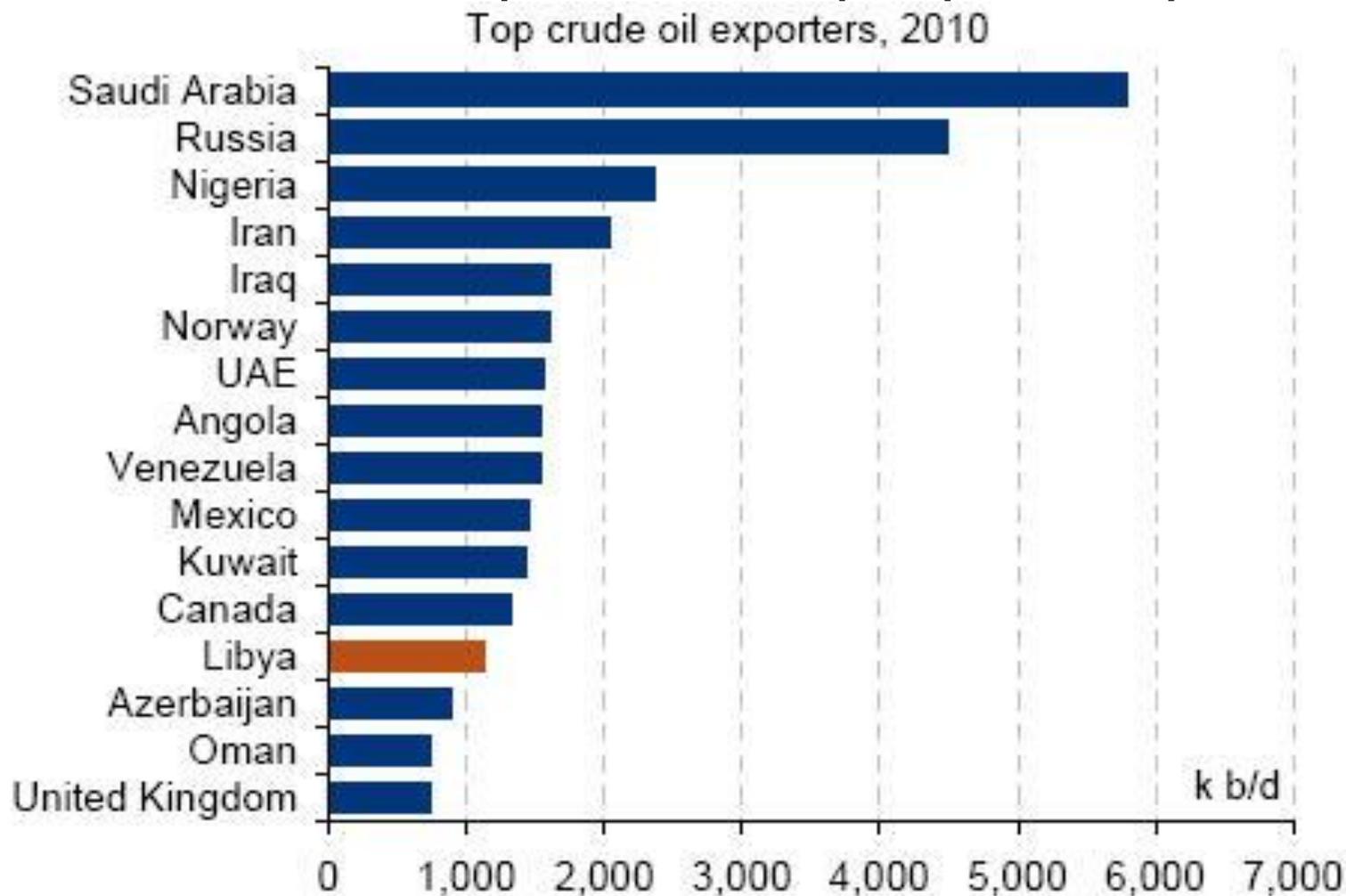
million barrels per day



\*Estimates of total production less consumption. Does not account for stockbuild.

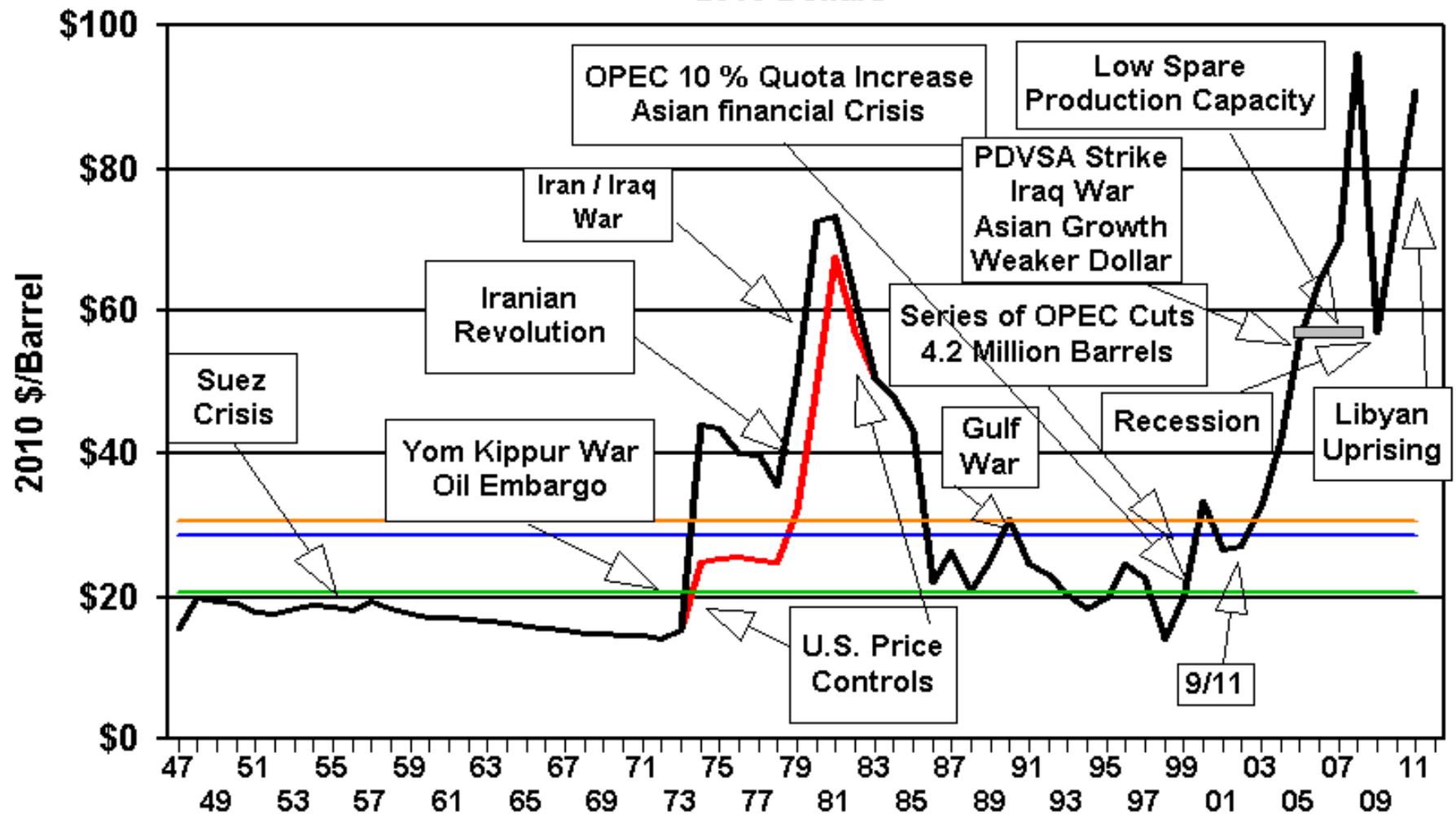
Source: U.S. Energy Information Administration *Short-Term Energy Outlook (August 2012)*

# 10 основных стран –экспортеров нефти



Source: IEA, BofA Merrill Lynch Global Commodities Research

## Crude Oil Prices 2010 Dollars

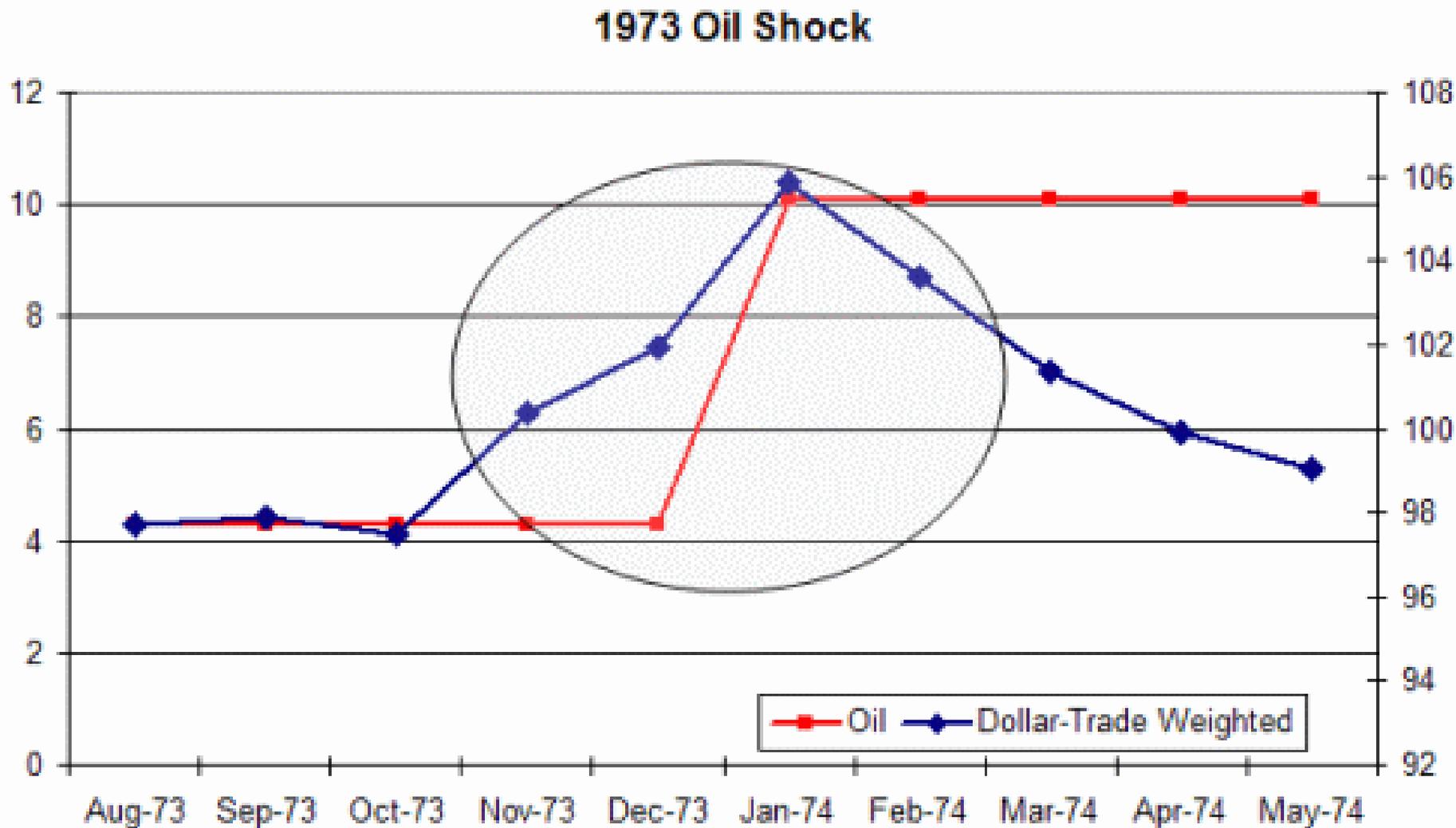


1947 - October 2011 WTRG Economics ©1998-2011

— U.S. 1st Purchase Price ( Wellhead )    — "World Price" \*    — Median U.S. & World \$20.53  
— Avg U.S. \$28.52    — Avg World \$30.54    — Recession    — 9/11    — Libyan Uprising

www.wtrg.com  
(479) 293-4081

# Рассмотрим последствия зависимости от потребления нефти на примере нефтяного кризиса 1973 г

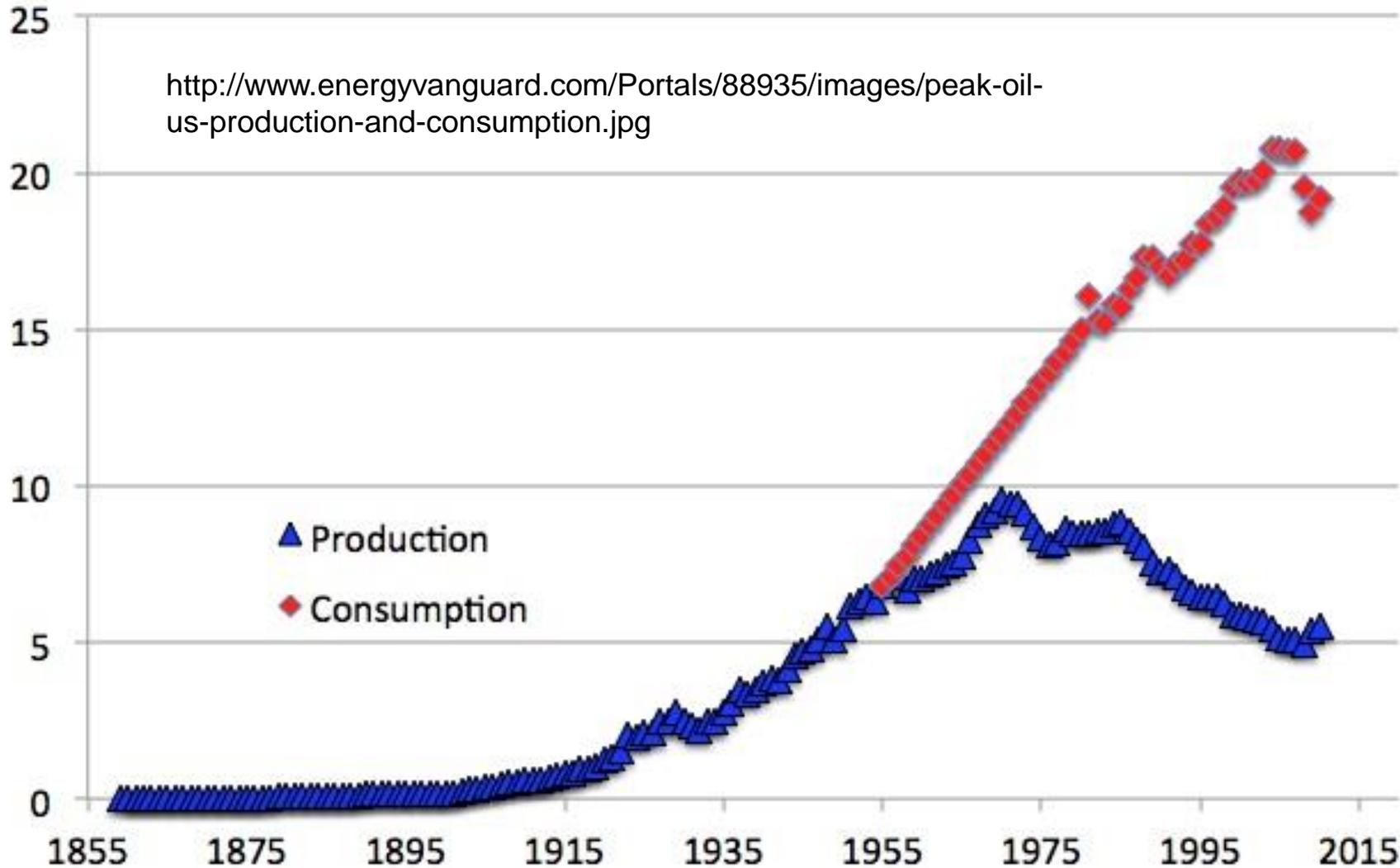


# *Нефтяной кризис 1973 года*

- Рост энергопотребления в развитых странах до 1973 года. Доступность и дешевизна источников энергии.
- Предсказание в 1972 г на Стокгольмской конференции ООН близости исчерпания ресурсов
- Страны ОПЕК заявляют в 1973 г. о дефиците нефти
- Быстрый рост цен на нефть – вздорожание всех товаров и услуг – наступает «нефтяной кризис»
- Повышенный интерес к способам сокращения энергозатрат и совершенствования технологий
- Мир стал сильнее и совершеннее

# Total U.S. Oil Production & Consumption (million barrels/day) 1859-2010

<http://www.energyvanguard.com/Portals/88935/images/peak-oil-us-production-and-consumption.jpg>



# Нефтяной кризис 1973 г.

Импорт сырой нефти в США:		
Год	млн баррелей в день	<b>США на 46% зависели от импорта нефти</b> (Небел,2: с.120)
1950	1.3	
1960	3	
1970	5,3	
1973	8	

## **ОПЕК - ОРГАНИЗАЦИЯ СТРАН ЭКСПОРТЕРОВ НЕФТИ** (Organization Petroleum Exporters Countries)

**ОПЕК к 1973 г давала 56% мировой добычи нефти и 84% мирового экспорта нефти**

**повышение цен на нефть:**  
с 2,3 до 10,5 \$ за баррель в 1973 и до 30-35 в \$ 1979  
(см.Небел,2: с.121)

**ИТОГО: в 13-15 раз**

**ОПЕК создан в 1960 г. Нынешние Страны ОПЕК:** Саудовская Аравия, ОАЭ, Катар, Кувейт, Иран, Ирак, Ливия, Алжир, Нигерия, Ангола, Венесуэлла, Эквадор

## ОПЕК: история и функции



ОПЕК, Организация стран-экспортеров нефти

(OPEC, The Organization of the Petroleum Exporting Countries) – международный картель, объединяющий большинство ведущих стран-экспортеров нефти

### Основные функции



Регулирование объемов добычи нефти путем установления квот для участников



Регулирование мировых цен на нефть за счет изменения объемов собственного экспорта

- ОПЕК создана на конференции в Багдаде в 1960 году пятью нефтяными державами
- В настоящее время в ОПЕК входят 12 государств
- Они контролируют более 2/3 мировых запасов нефти
- На их долю приходится до 35-40% от мировой добычи нефти и 55% ее экспорта
- Штаб-квартира ОПЕК находится в Вене (Австрия)



«Корзина ОПЕК» – набор сортов нефти, поставляемых на рынок членами ОПЕК

Цена «корзины» – это средневзвешенная цена этих сортов (за баррель)

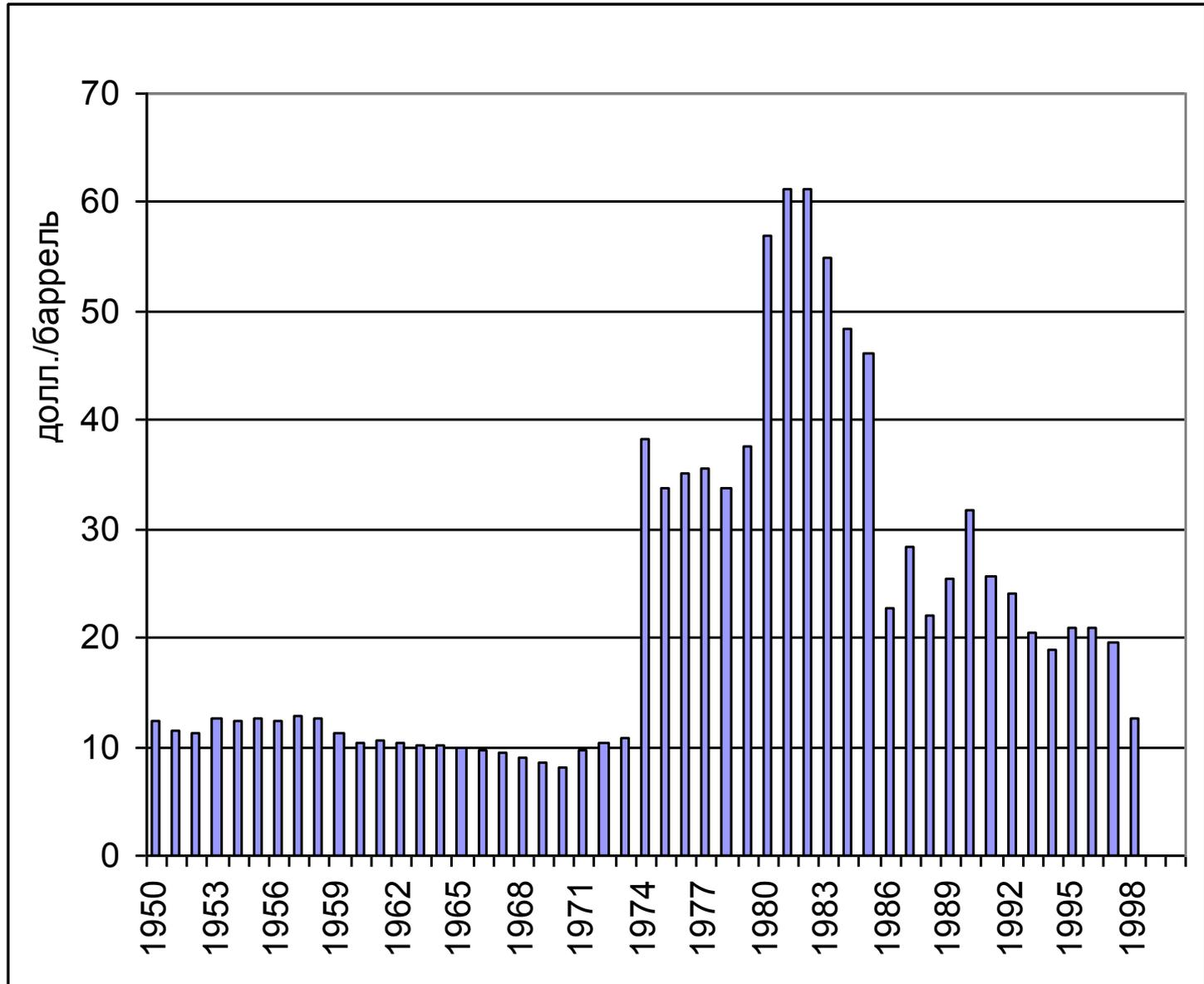


Источник: ОПЕК

***Американская мечта*** = Большой дом +  
Большая машина (+ море дешевого бензина)



# Мировые цены на сырую нефть с 1950 по 1998 гг. (по: *Worldwatch Institute Database, 2000*)



## 1973 г в США – очереди за бензином



# США, очереди к бензоколонкам, 1973

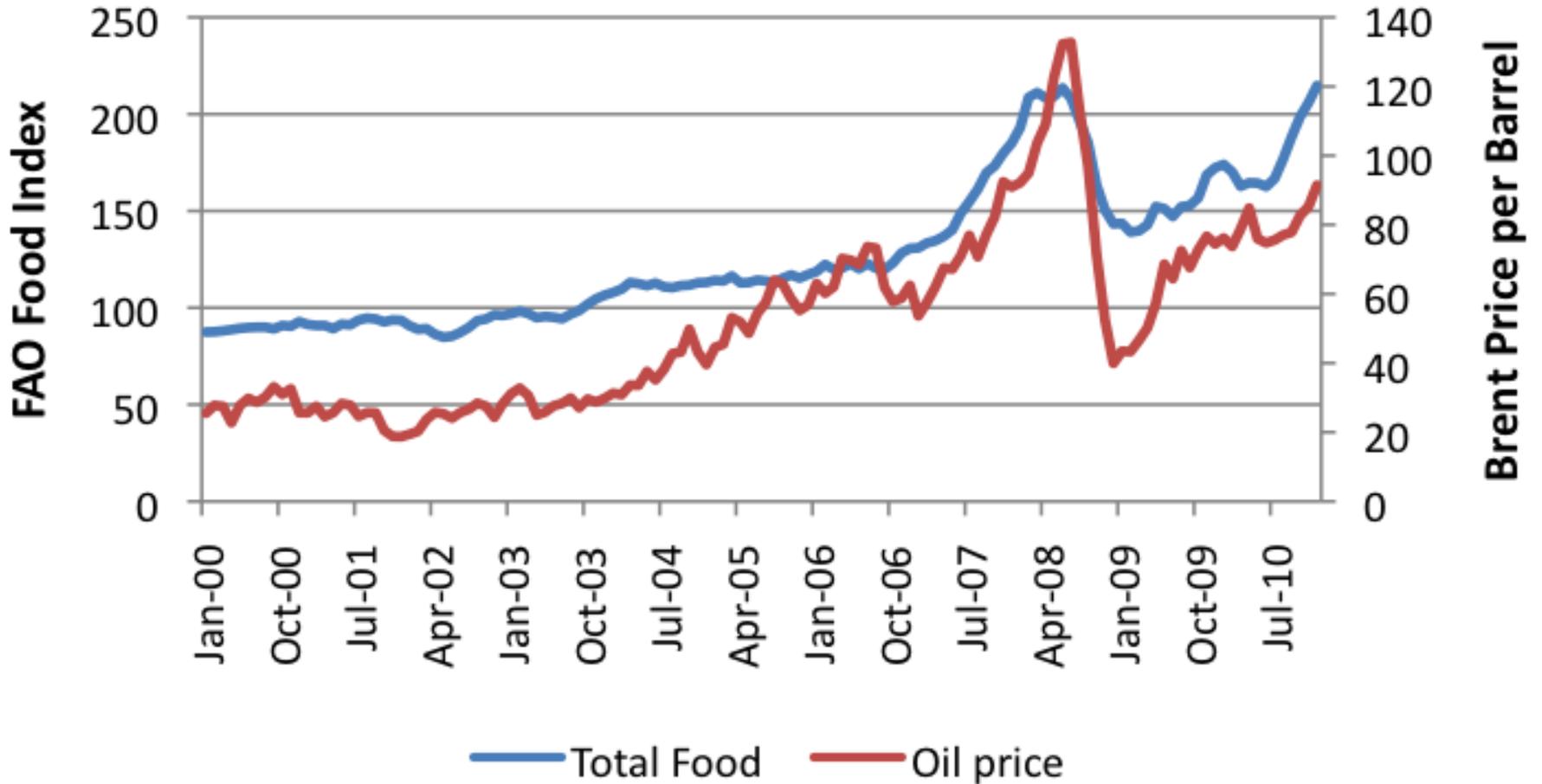


<http://alternativeenergy.procon.org/view.resource.php?resourceID=002475>

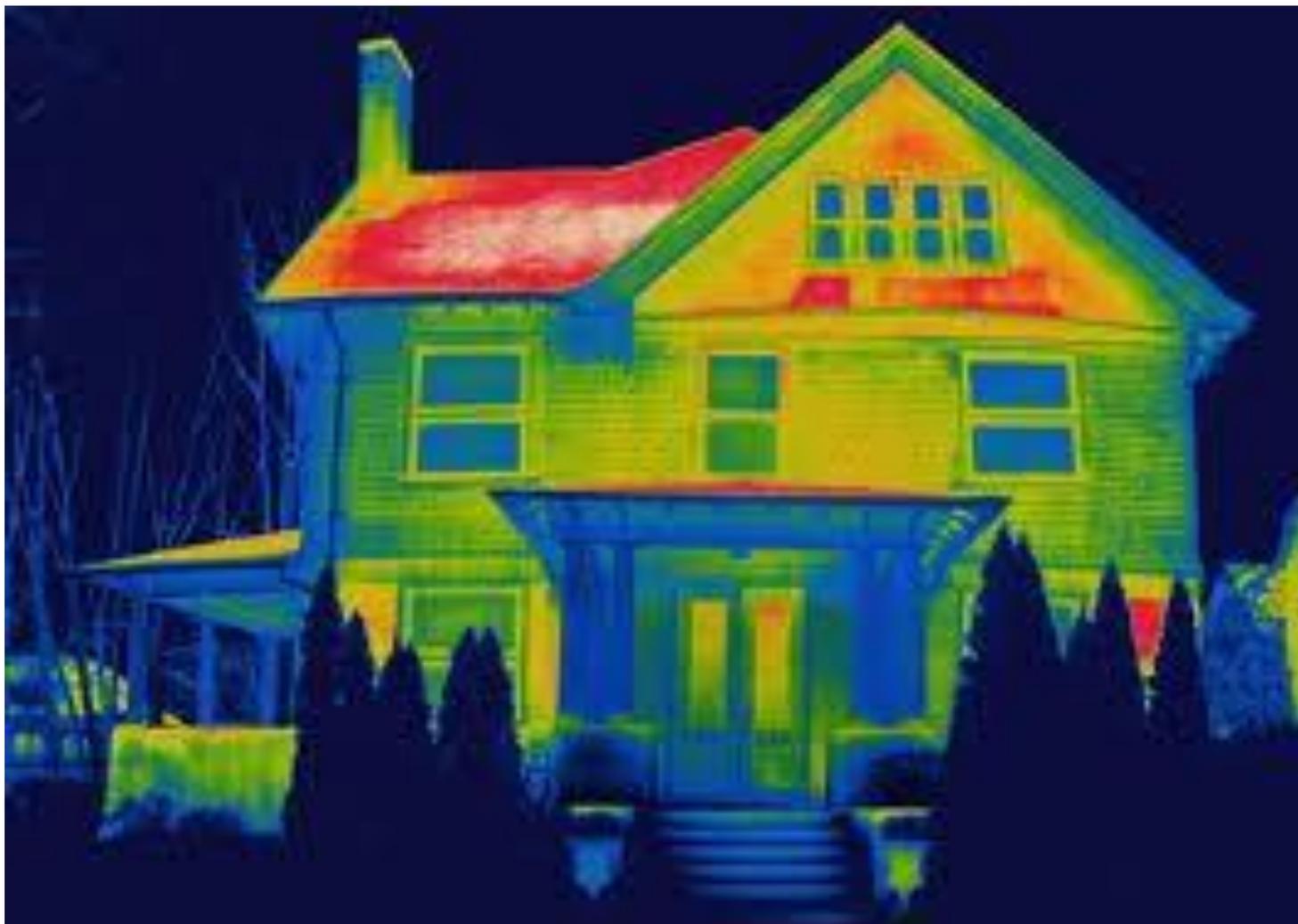
# Очереди на заправку в США, Франции, Японии и др. странах в 1979 г

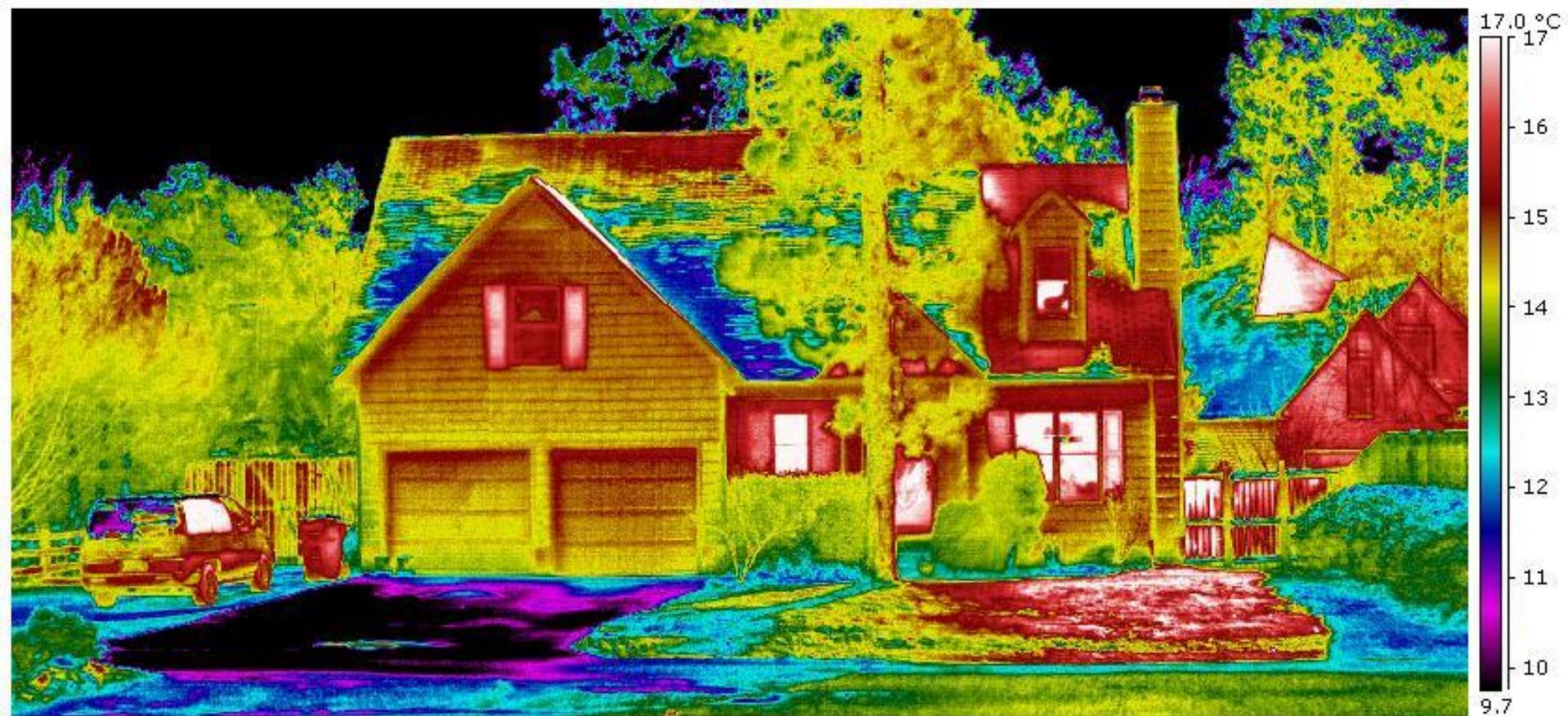


# World Food Index vs Brent Oil Price



# Регистрация потерь тепла – инфракрасного излучения





[http://www.nicolascretton.ch/Global\\_warming/IR\\_house.jpg](http://www.nicolascretton.ch/Global_warming/IR_house.jpg)

# Современный способ



**В северных штатах США во время нефтяного кризиса число домов с печами возросло с 4 до 40%**

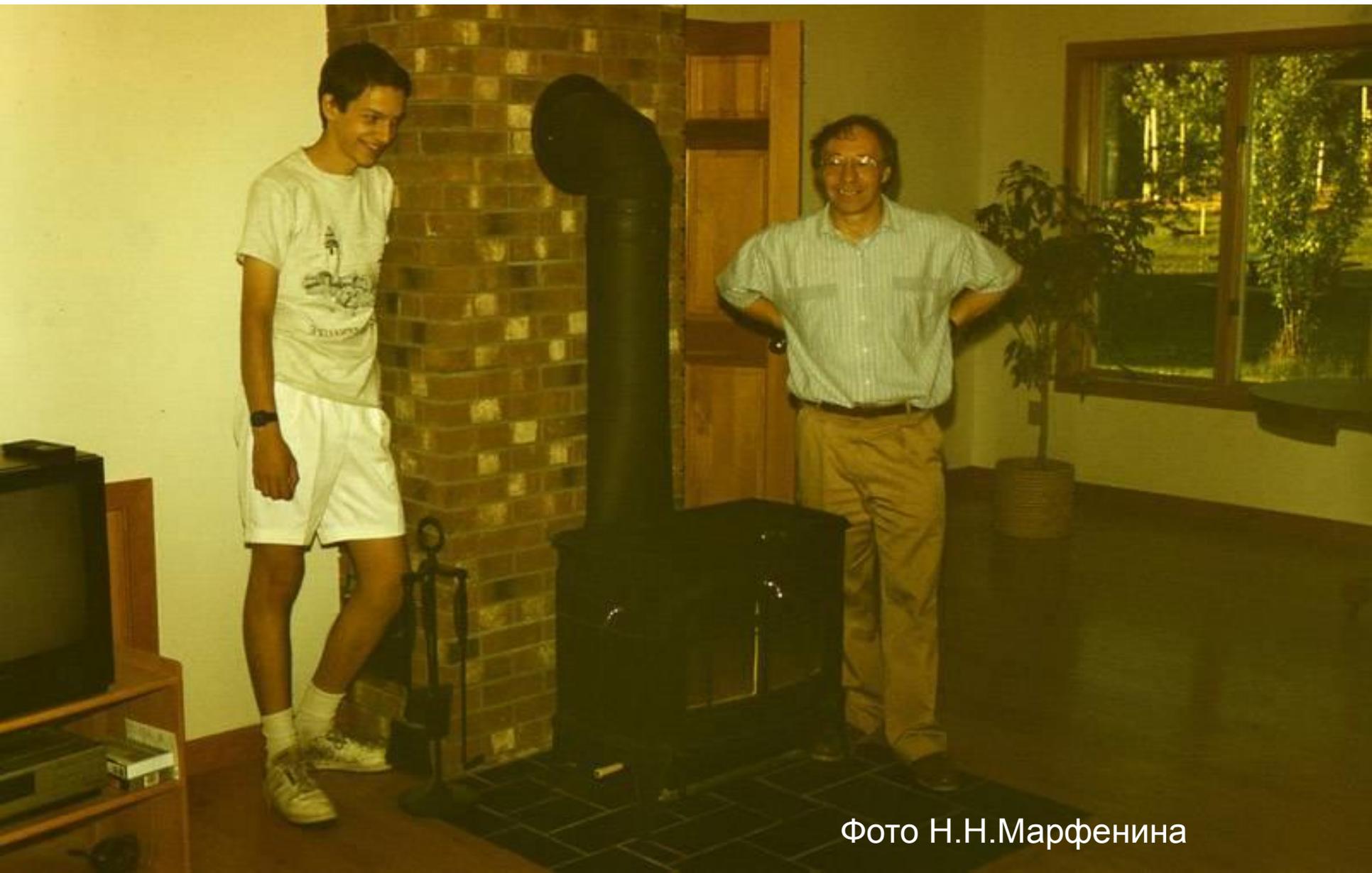


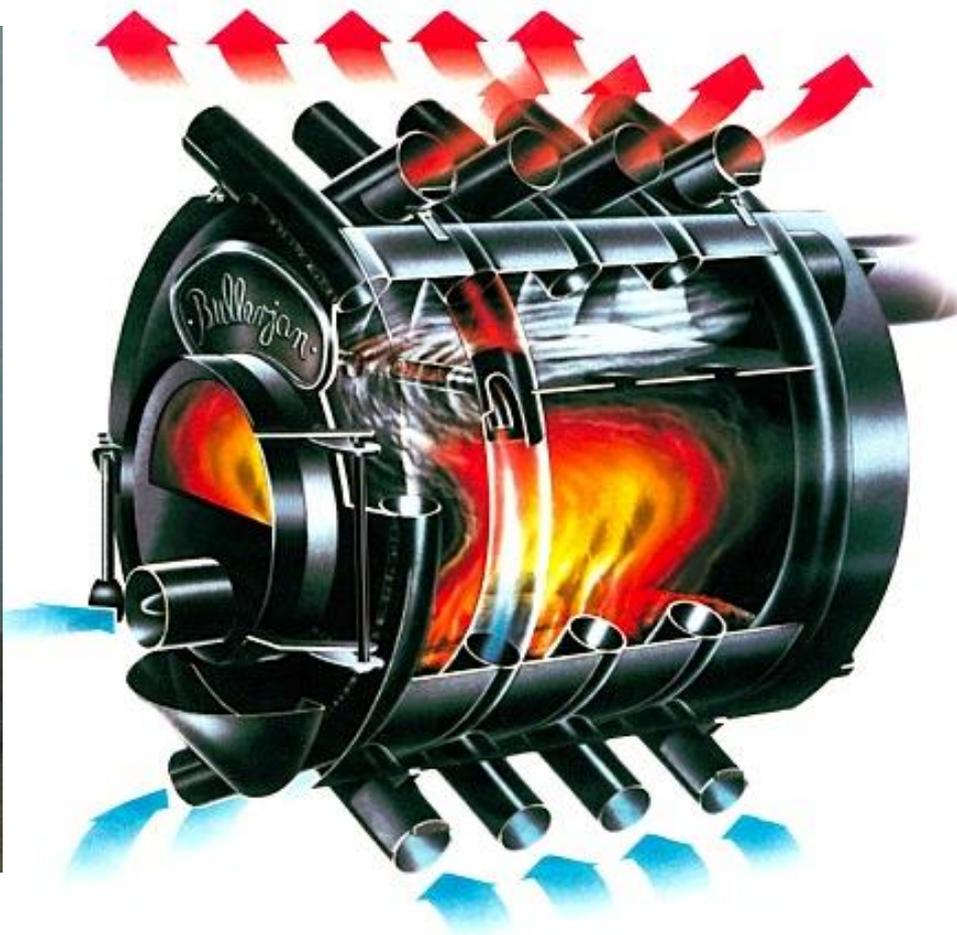
Фото Н.Н.Марфенина

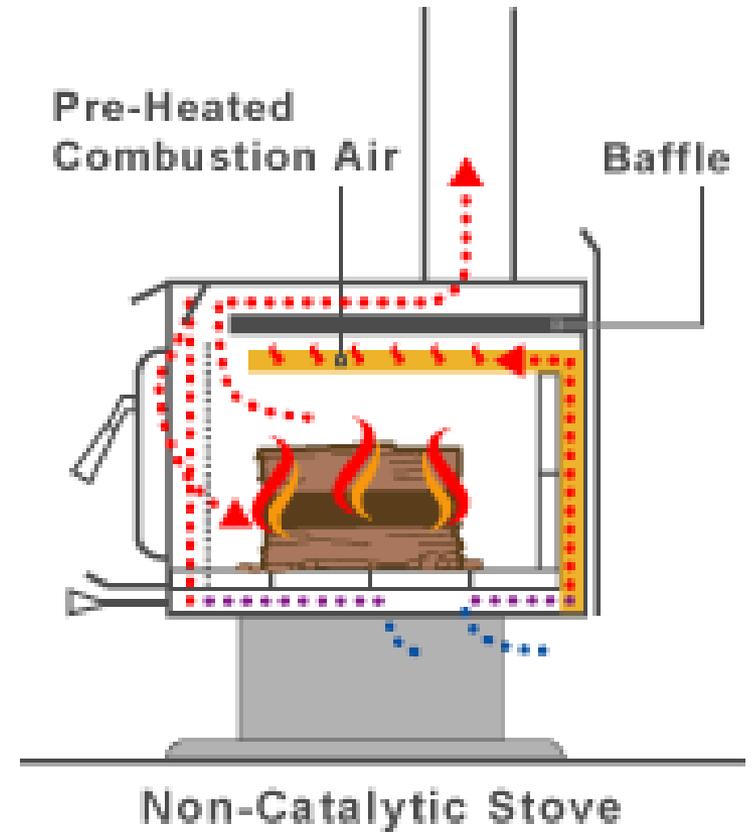
# «Возвращение к дровам» (США, 1990 г)



Фото Н.Н.Марфенина

# Усовершенствованная печь, в которой КПД достигает 80% *(по: Наука и жизнь, 2003, №11, с.74)*





<http://www.catskillhouse.us/blog/wp-content/uploads/2009/01/non-catalytic-wood-stove.gif>

# **Современная «юрта» для снижения теплопотерь (США, штат Нью-Хэмпшир)**



Фото Н.Н.Марфенина

# Дом из пенопласта можно «отапливать свечкой»



novate.ru

<http://www.novate.ru/blogs/260309/11714/>

# Дом, обогреваемый от «солнечного саркофага»



Фото Н.Н.Марфенина

# Демонстрация схемы обогрева и самого «солнечного саркофага»

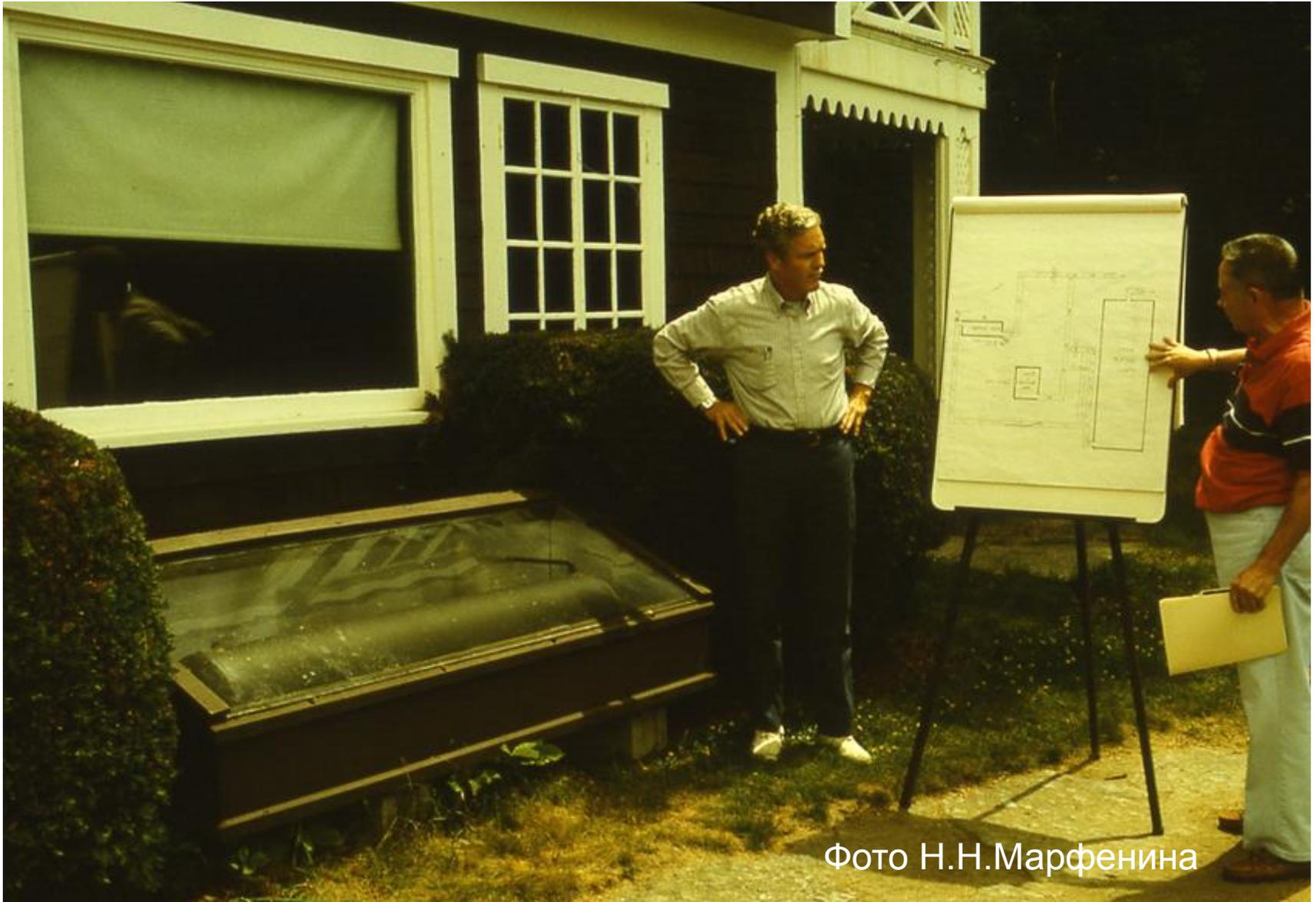


Фото Н.Н.Марфенина

Пример пассивного использования солнечной энергии:  
аккумуляция тепла в баллоне, заполненном водой,  
размещенным в утепленном ящике с прозрачной крышкой



Фото Н.Н.Марфенина

# Стандартная пристройка для теплицы



Фото Н.Н.Марфенина

# *Один из первых в мире «солнечных домов» (США)*



Фото Н.Н.Марфенина

# Первый «солнечный дом» размещен на одном из холмов в штате Массачусетс (США)



Фото Н.Н.Марфенина



**Внутри  
«солнечного  
дома» -  
аккумулирующие  
тепло колонны**

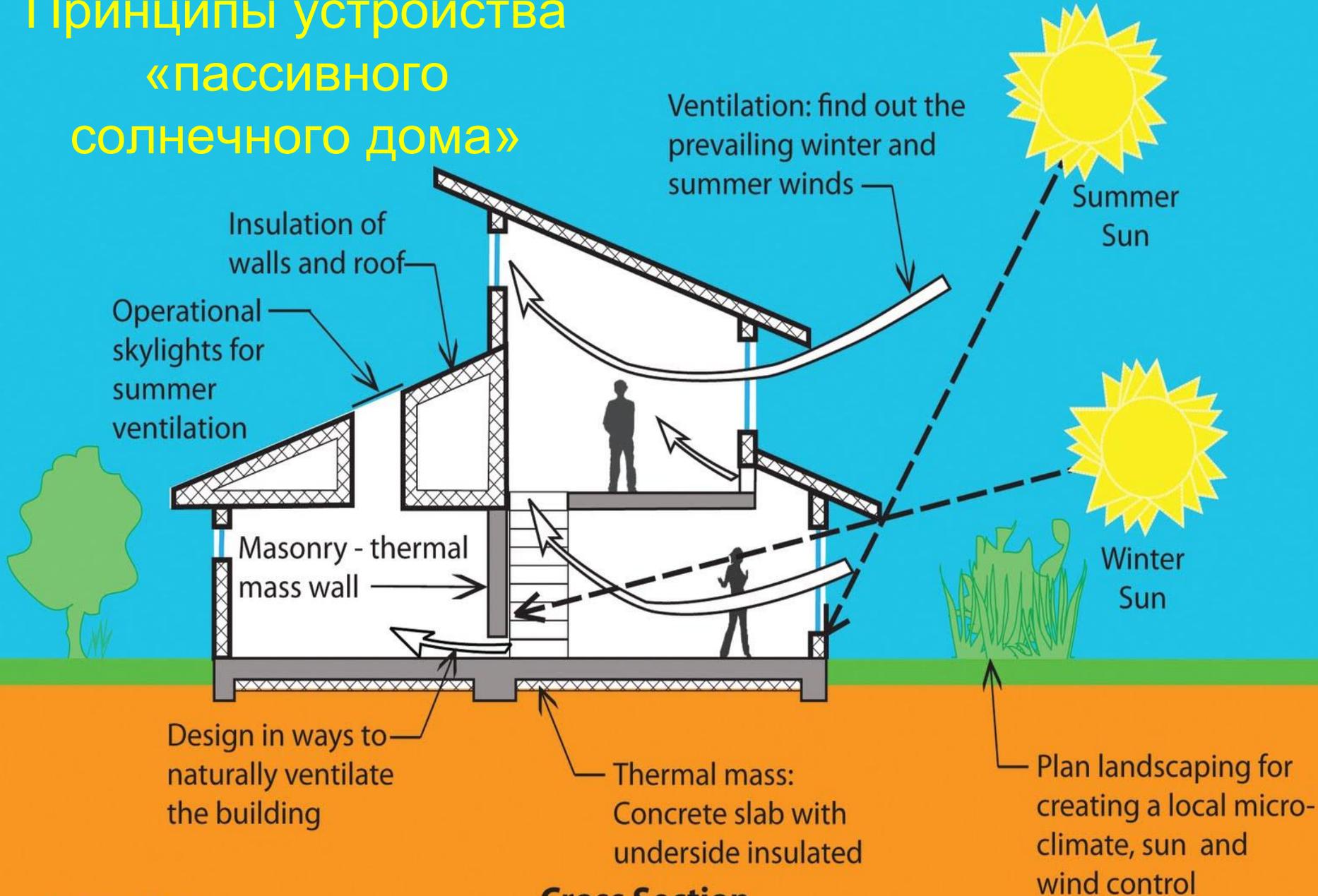
# Нагреватели воды на крыше дома

[http://stroimlad.com/sites/default/files/u107/2012/06/solar\\_house.jpg](http://stroimlad.com/sites/default/files/u107/2012/06/solar_house.jpg)



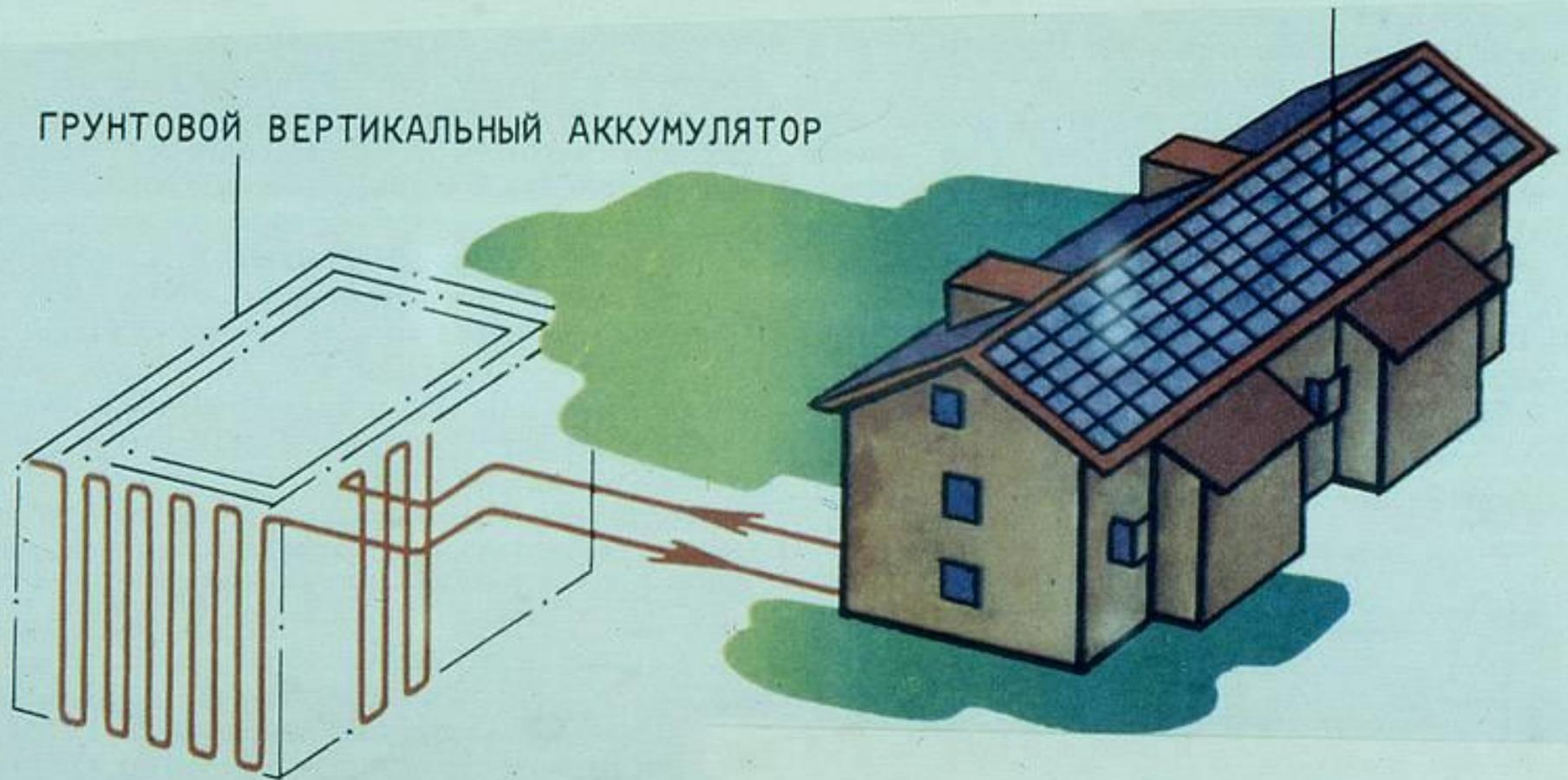
# Принципы устройства

## «ПАССИВНОГО СОЛНЕЧНОГО ДОМА»



### Cross Section

# Принцип аккумуляции энергии, полученной солнечными батареями



# Самообеспечивающие теплом и электроэнергией дома с солнечными батареями (США, 1978 г.)



# Дом в США снижающий энергозатраты за счет использования солнечных батарей



# Современные подземные дома-землянки





В городе Мирный (Якутия) будет построен **эко-город**. Проект Eco-city 2020 разработан архитектурным бюро «АБ Элис». Общая площадь составит 2 млн квадратных метров, он сможет вместить 100 тыс. человек.

ECO-CITY  
2020



# Инновации в строительстве и архитектуре

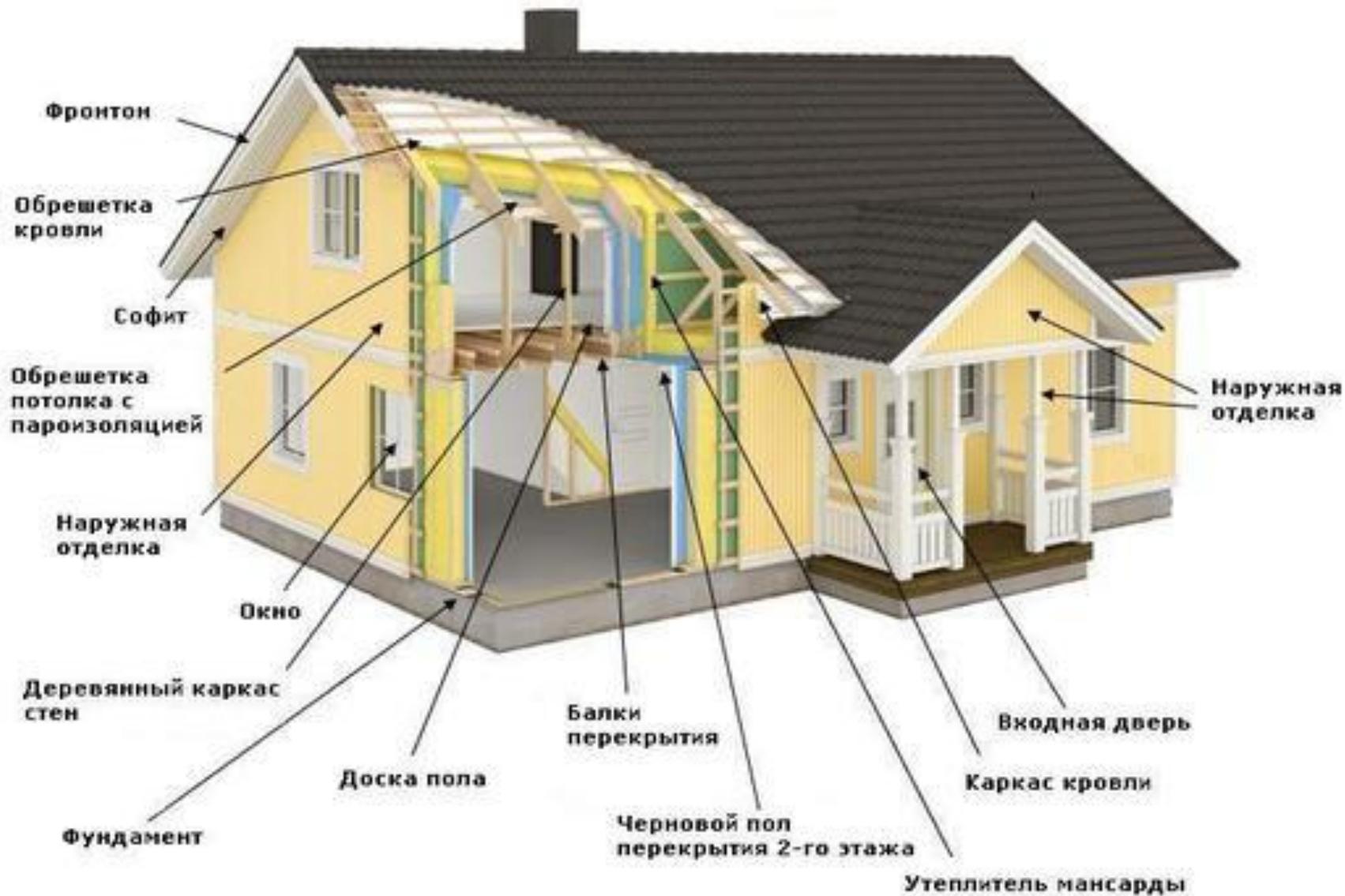
- Более полное использование тепла от солнечного света – «солнечные дома»
- Сокращение потерь тепла через стены – новые теплоизолирующие материалы (шлаковата, пенопласт)
- Стеклопакеты – сокращение потерь тепла через окна
- Активная вентиляция дома
- Подвесные (натяжные) потолки, чтобы скрыть вентиляционные короба

# «Пенопластовый дом»

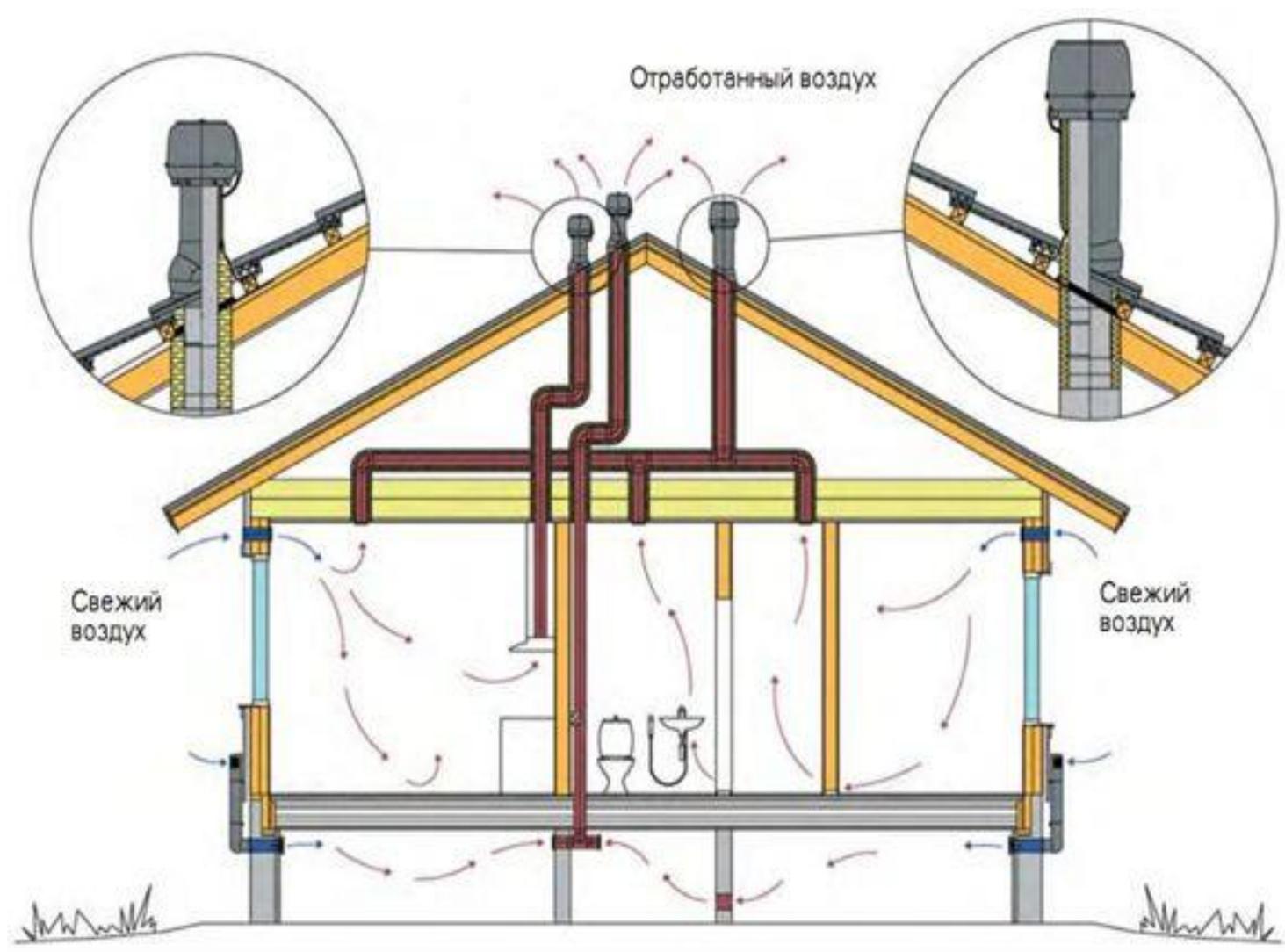


# Каркасный дом – «слоеный пирог»



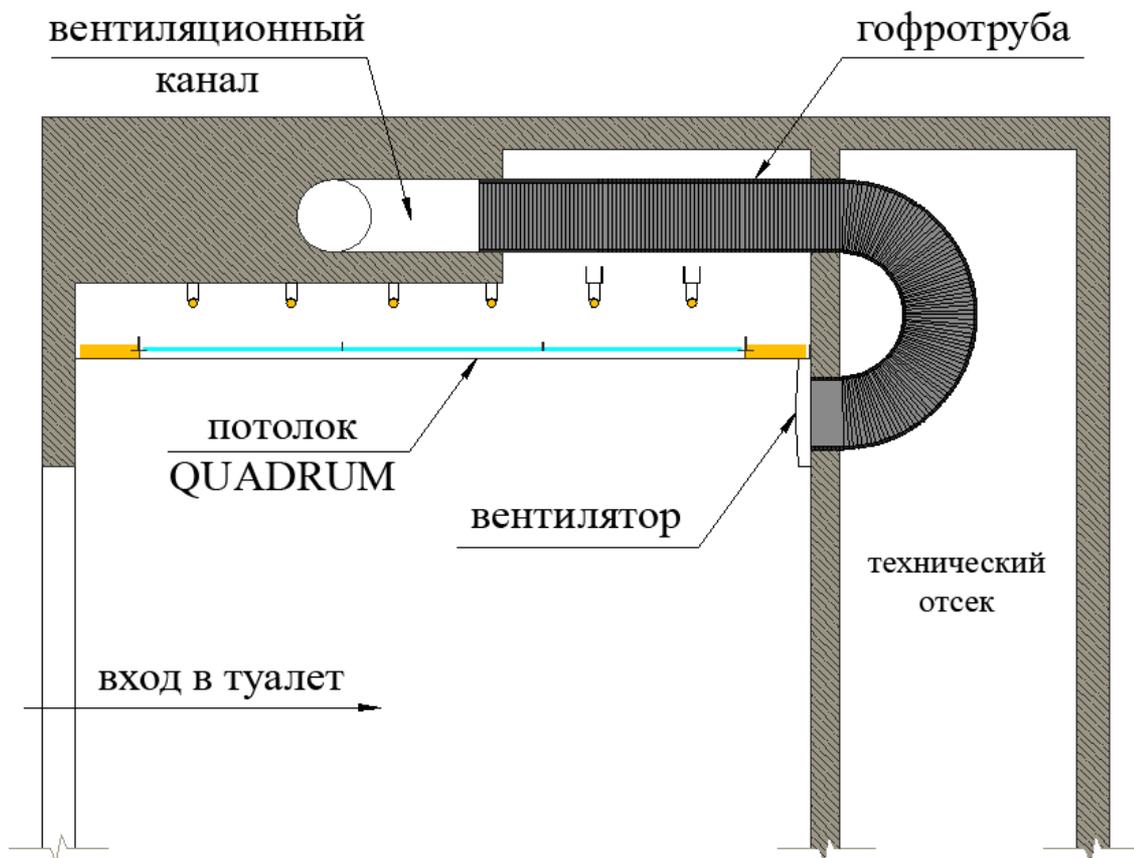


# Системы вентиляции утепленных домов



# Подвесные потолки для маскировки вентиляционных коробов и других коммуникаций

Устройство вентиляции в туалете (продольный разрез)



# **Изменение размеров и мощности американских автомобилей в период с 1975 по 1982 гг.**

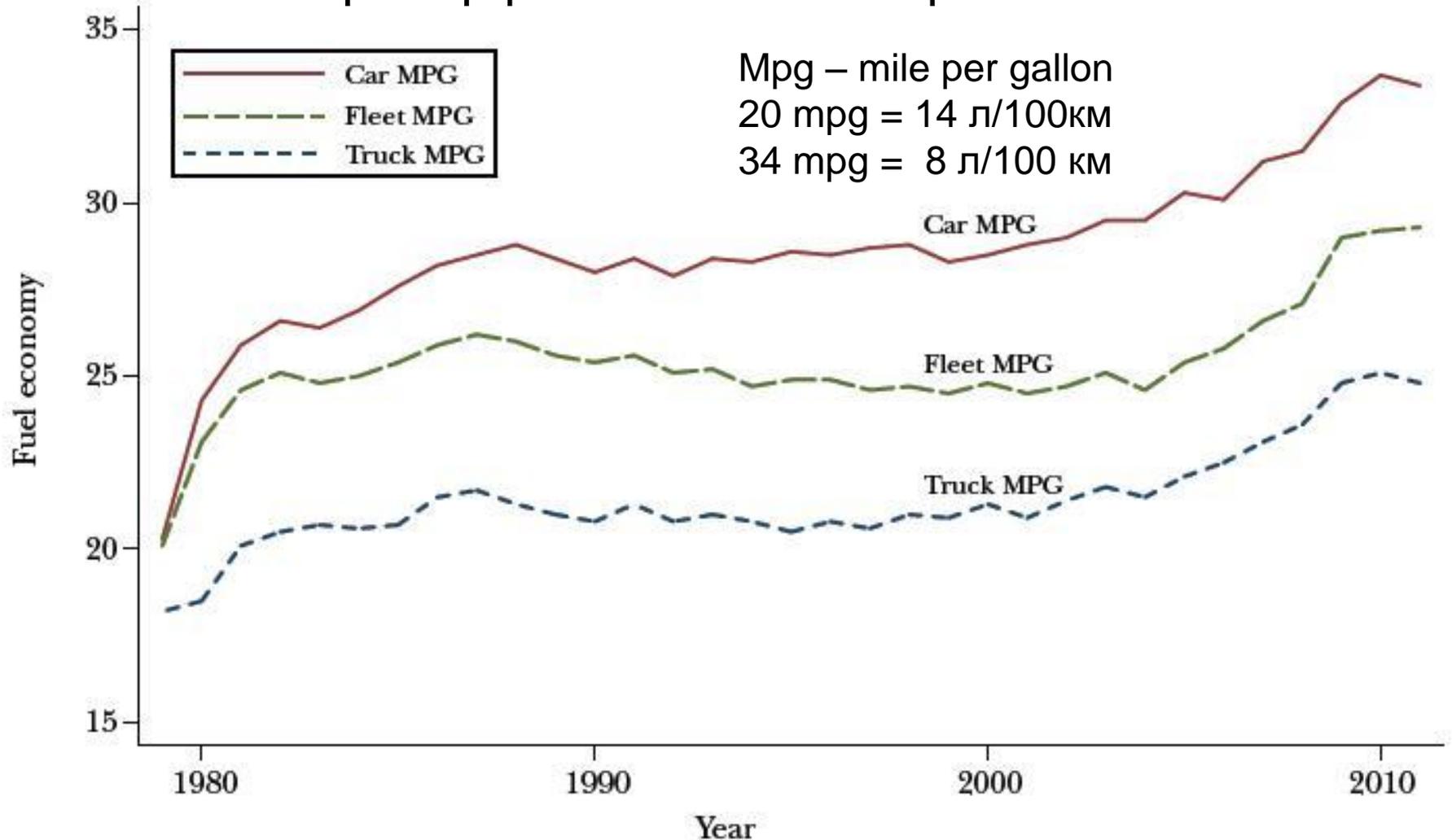
*(по: Браун, 1989)*

<b>Год выпуска</b>	<b>Средняя масса, кг</b>	<b>Доля машин с числом цилиндров в двигателе, %.</b>			<b>Длина пробега за 1 л топлива, км</b>
		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	
<b>1975</b>	<b>1845</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>7</b>
<b>1979</b>	<b>1584</b>	<b>57</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>9</b>
<b>1982</b>	<b>1364</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>41</b>	<b>12</b>

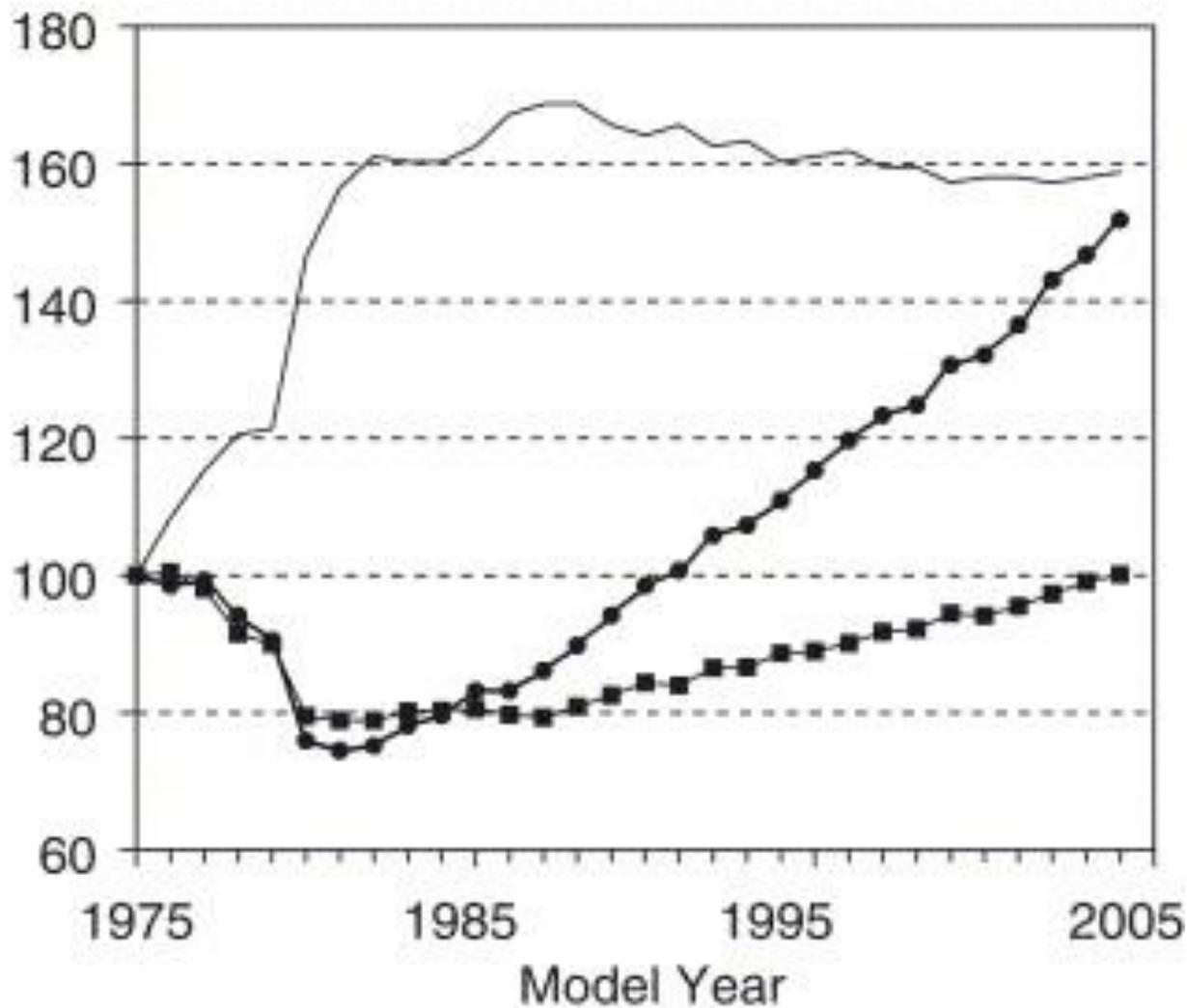
Figure 3

## U.S. New Vehicle Fuel Economy from 1979 to 2011

### Повышение энергоэффективности американских автомашин

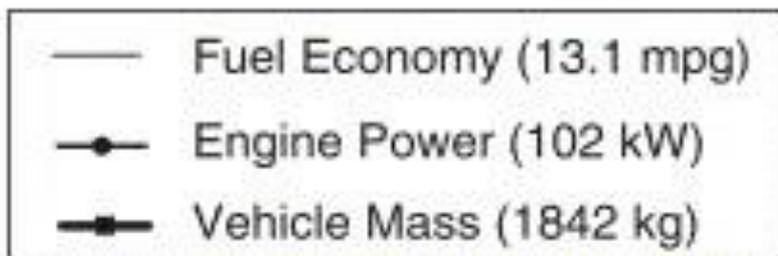


Source: Data are from the National Highway Traffic Safety Administration.



**Эволюция параметров легковых автомашин после нефтяного кризиса 1973 г (%):**

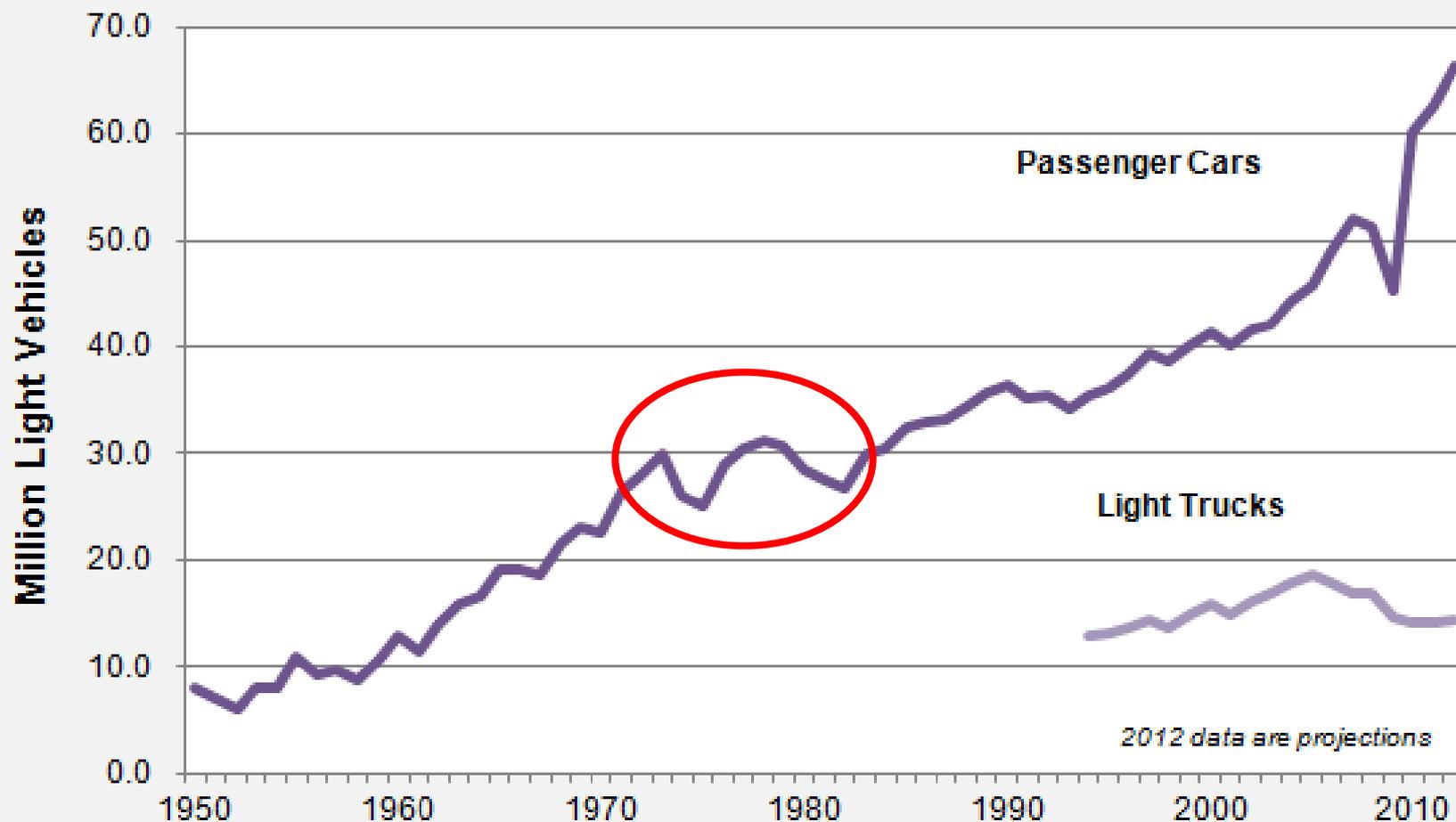
- расход бензина (миль/галлон)
- мощность двигателя
- вес автомобиля



<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421505000145>

# Динамика производства легковых автомобилей в мире (период застоя с 1973 по 1984 гг)

Figure 1. World Light Vehicle Production, 1950-2012



2012 data are projections

# Рост инвестиций в возобновляемую энергетику

Figure 1. Worldwide Renewable Energy Investments, 2004-2011

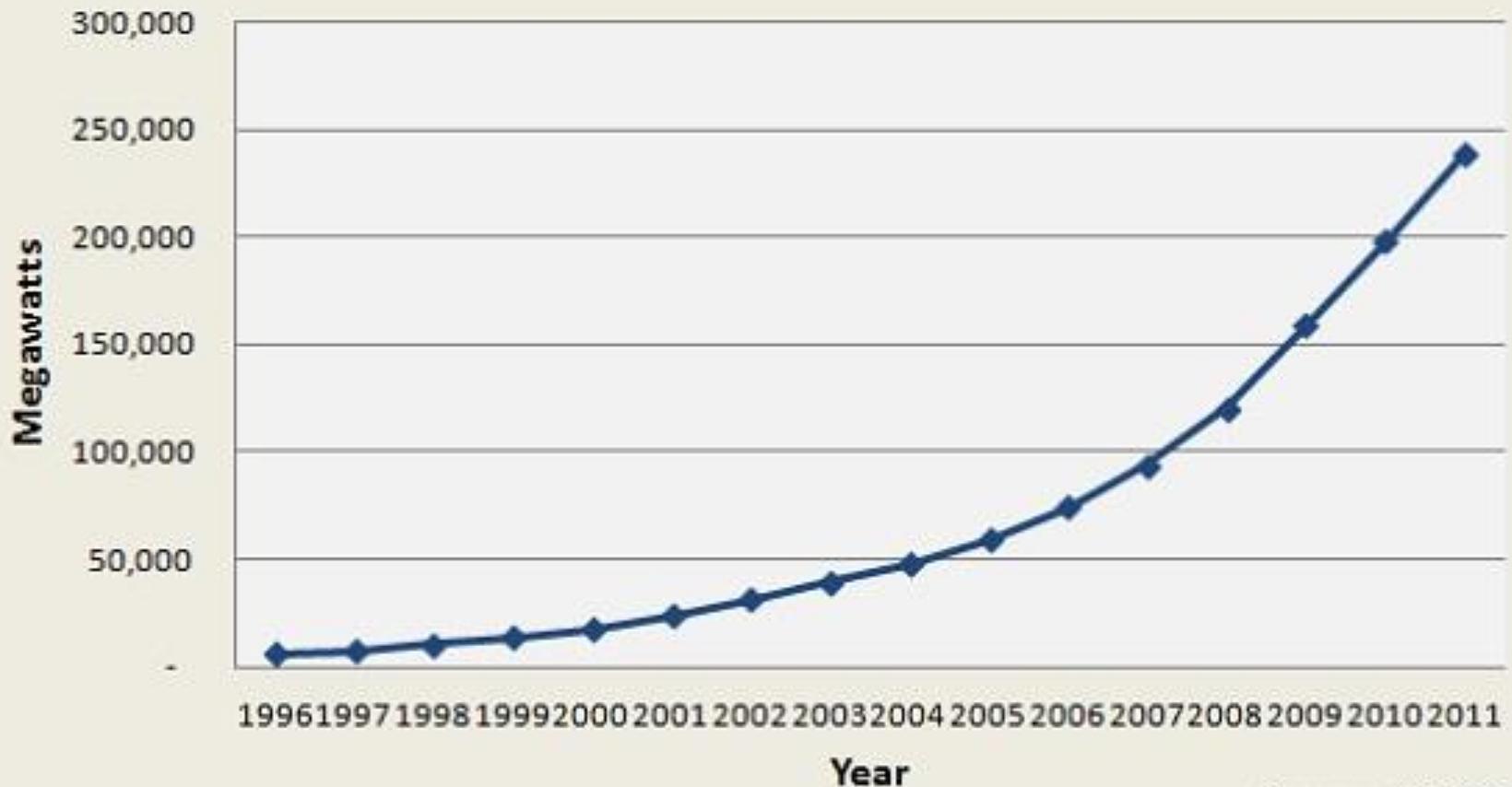


**Общемировые тенденции изменения соотношения использования различных источников получения электроэнергии (по: : *Worldwatch database, 2000*)**

<b>Ветрогенераторы</b>	<b>+24.2</b>
<b>Солнечные батареи</b>	<b>+17.3</b>
<b>Геотермальные электростанции</b>	<b>+4.3</b>
<b>Теплоэлектростанции на природном газе</b>	<b>+1.9</b>
<b>Гидроэлектростанции</b>	<b>+1.8</b>
<b>Теплоэлектростанции на нефтепродуктах</b>	<b>+0.8</b>
<b>Атомные электростанции</b>	<b>+0.5</b>
<b>Теплоэлектростанции на угле</b>	<b>-0.5</b>

# Динамика роста установленной мощности ветрогенераторов в мире с 1996 по 2011 г

Figure 1. World Wind Total Energy Capacity  
1996-2011



# Энергия ветра, Калифорния, США



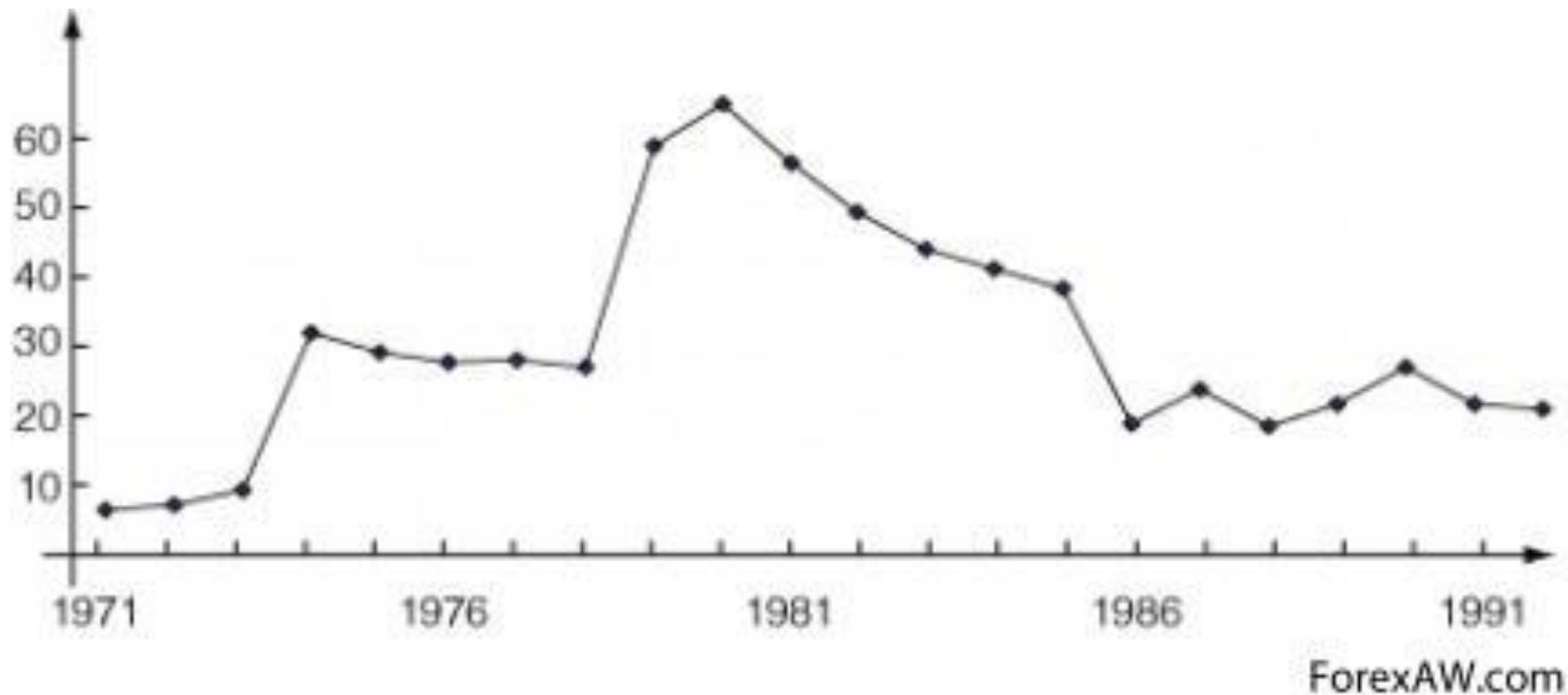
**ЭНЕРГИЯ  
ВЕТРА**

В Калифорнии, километрах в западности от Сан-Франциско, на перевале Алтамонт-Пасс несколько мелких фирм пустили в работу около 900 ветроэлектрических установок. В этом гористом районе почти круглый год дуют ветры, скорость которых достигает 65 км в час. Выработанная электроэнергия поступает в энергосистему компании «Пасифик гас энд электрик». Согласно федеральному закону 1978 года, предприятия коммунального уровня обязаны принимать электроэнергию мелких поставщиков в местную коммерческую энергосистему. Федеральное правительство и штат Калифорния предоставляют налоговые льготы предпринимателям и фирмам, вкладывающим деньги в разработку возобновляемых источников энергии, в том числе энергии ветра.

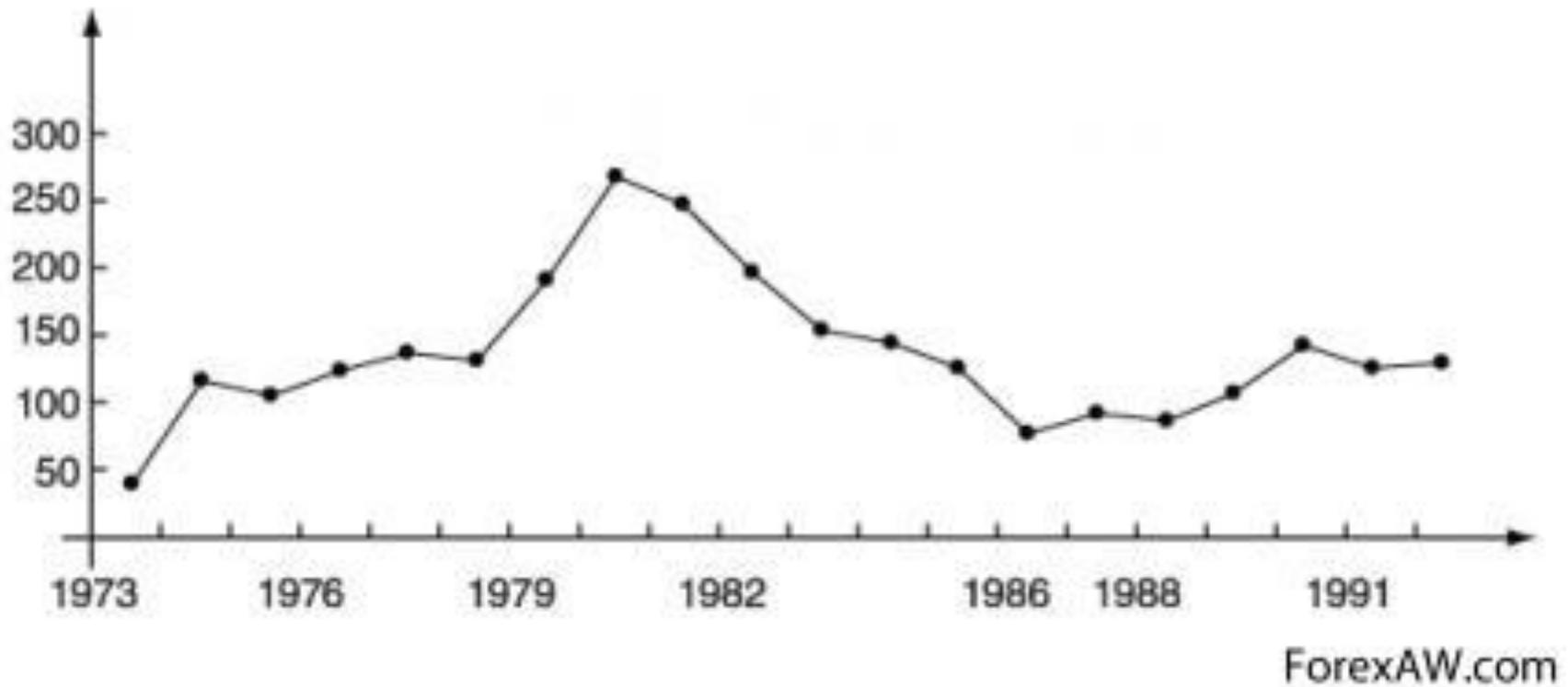
# *Ветряки в Скандинавии*



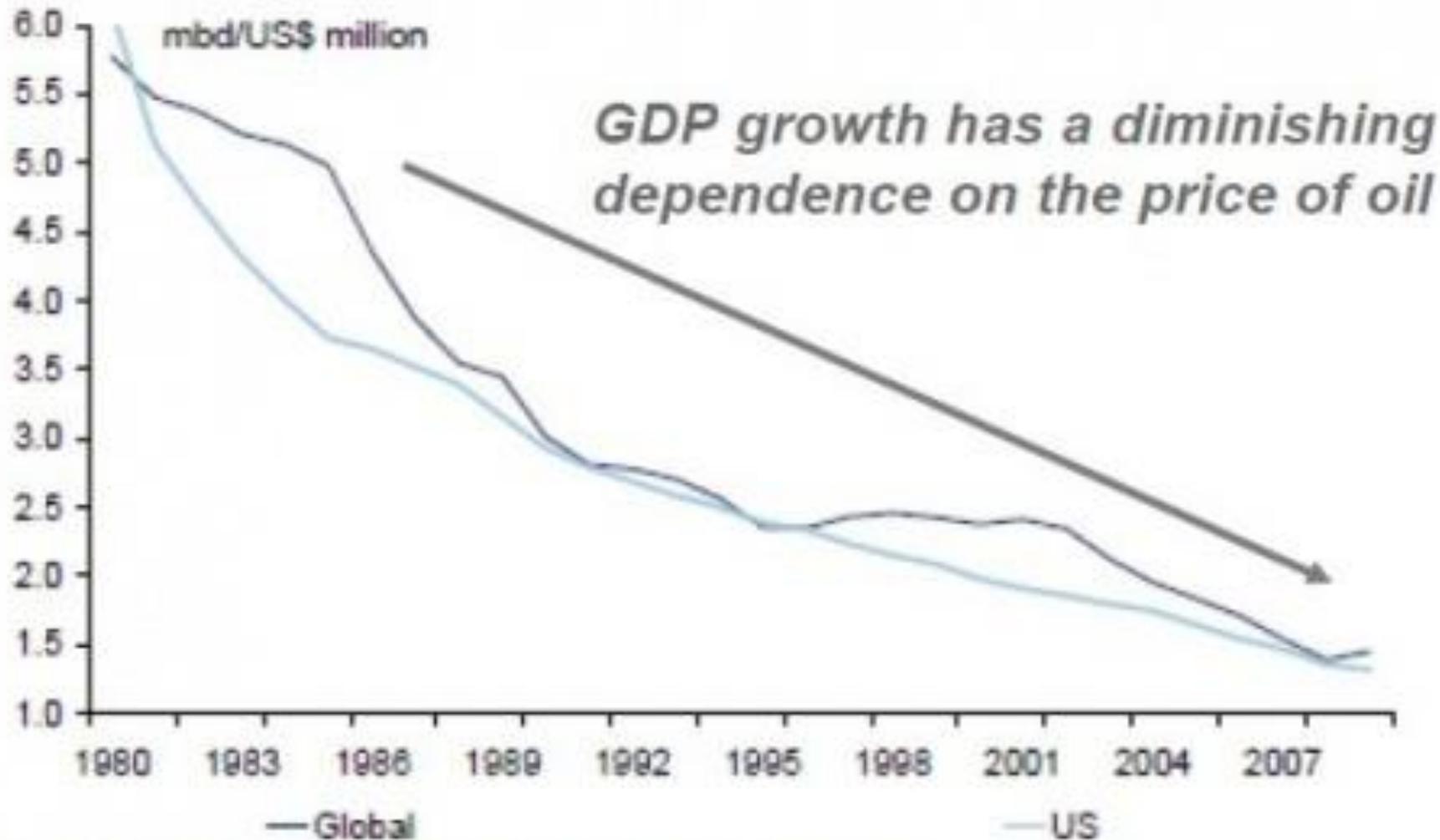
# Динамика мировых цен на сырую нефть в 1970–1980-е, долл. за баррель.



**Динамика доходов стран ОПЕК от экспорта нефти в 1970–1980-е, млрд. долл. (Составлено по: Amuzegar J. Managing the Crude oil Wealth. Organisation of the countries-exporters of oil's Windfalls and Pitfalls. L., N.Y., 2001)**



# Oil Intensity of Global GDP Is Declining Steadily

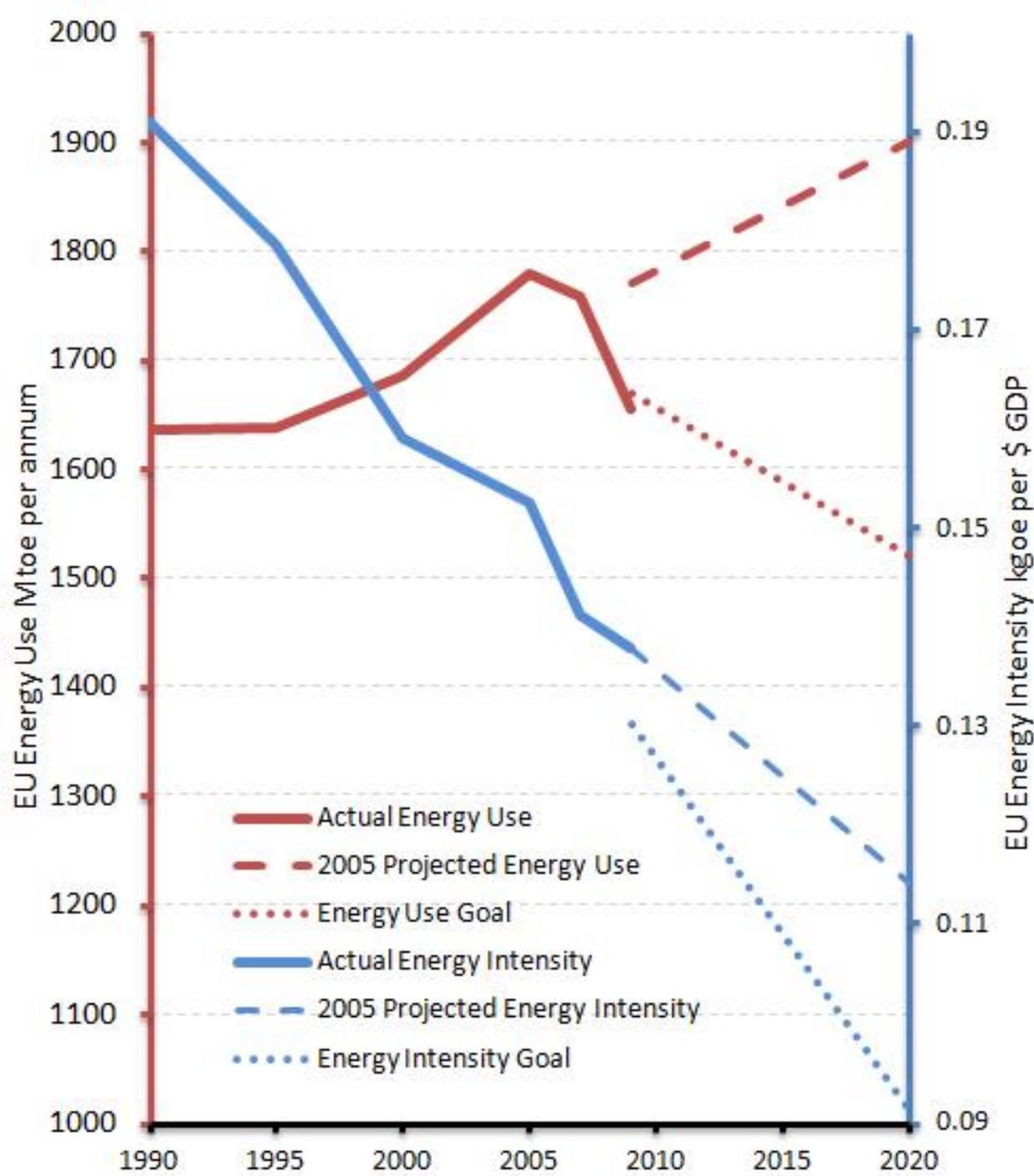


Source: BP, IMF, Haver Analytics, Morgan Stanley Research

def: Oil Intensity – the amount of oil used to produce \$1 of GDP

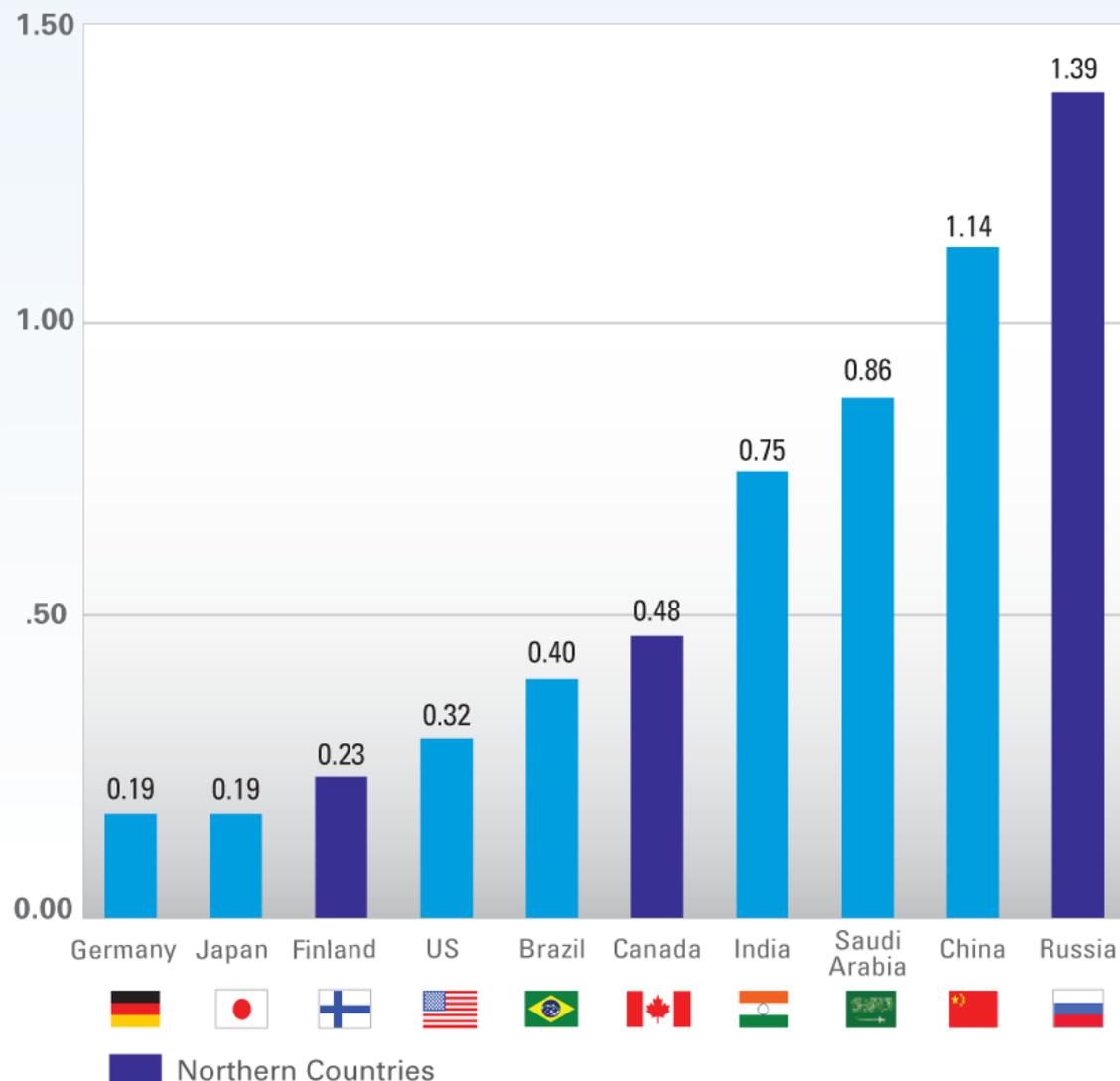
<http://www.zerohedge.com/article/comparing-impact-prior-oil-crises>

# Эффективность энергопотребления в Европейском Союзе (кДж / 1\$ ВВП)



## ENERGY INTENSITY OF GDP IN 2007

Tce per EUR thousands of the GDP<sup>9</sup>



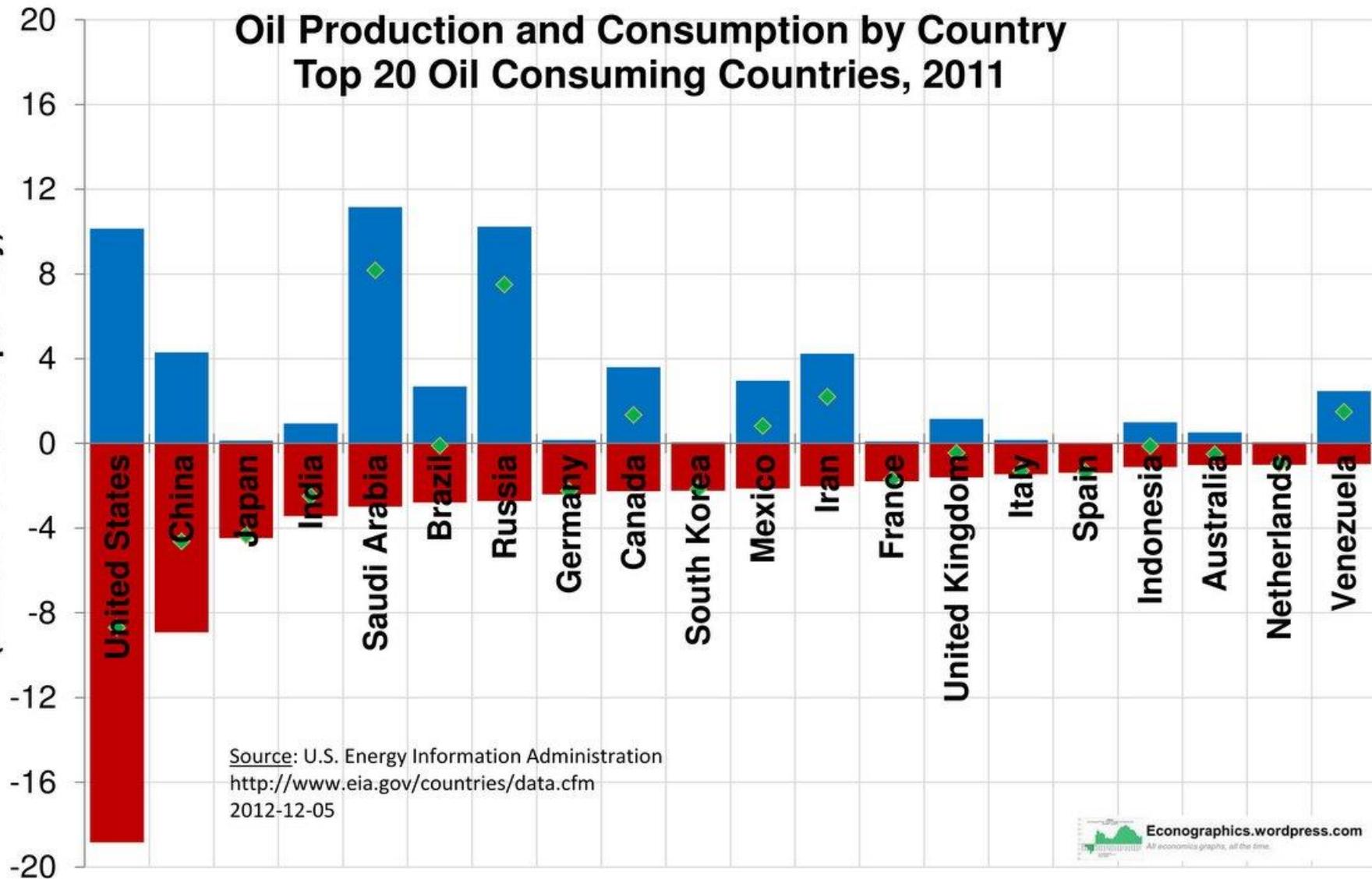
**Энерго-  
эффективность в  
разных странах**  
(синим – северные)

*по данным Росстат*

Source: Rosstat, MED, BP Statistical Review of World Energy

## Oil Production and Consumption by Country Top 20 Oil Consuming Countries, 2011

Oil Production/Consumption  
(Millions of Barrels per Day)

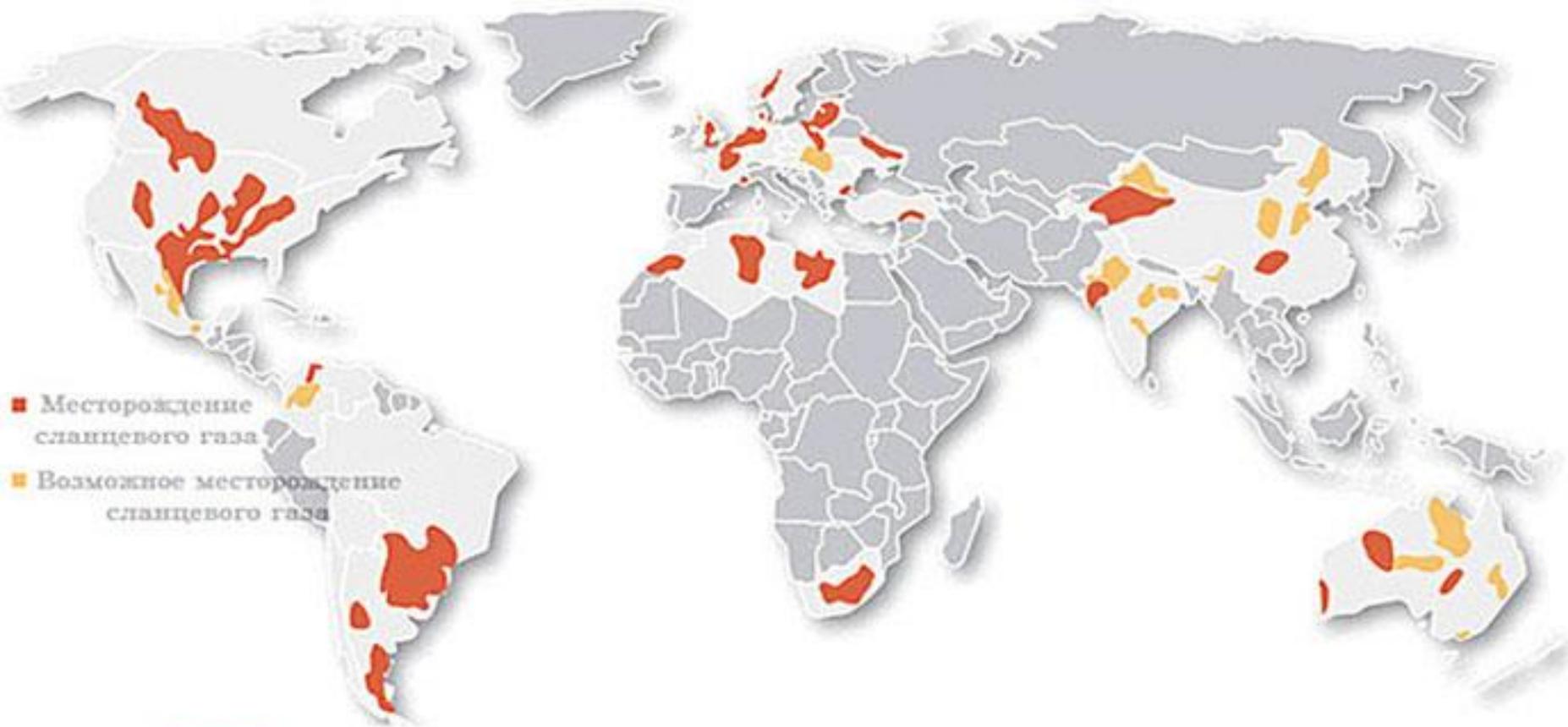


Source: U.S. Energy Information Administration  
<http://www.eia.gov/countries/data.cfm>  
 2012-12-05

Econographics.wordpress.com  
 All economics graphs, all the time.

■ Production ■ Consumption ◆ Net Oil Surplus/Deficit

# Месторождения сланцевого газа



Северная Америка  
54,7%

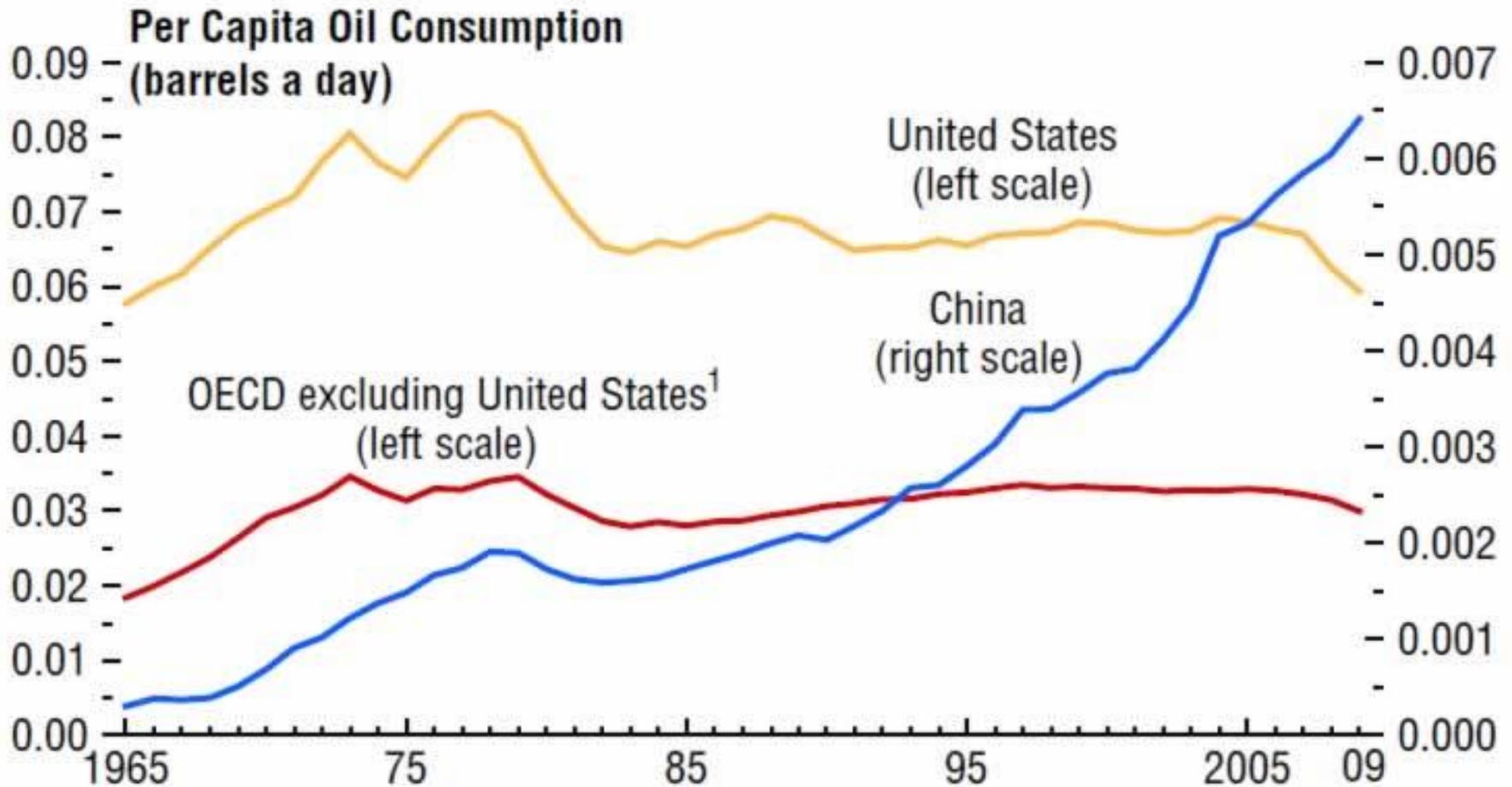
Азия  
39,8%

Южная Америка  
34,7%

Африка  
29,5%

Европа  
18,0%

Per capita oil consumption in the United States and other OECD<sup>1</sup> economies has been broadly flat since the 1980s, while it has risen rapidly in China.



# Последствия нефтяного кризиса – повышения цен на нефть в 1973 и 1979 гг

- Экономия бензина и электроэнергии
- Инвестиции в разработку и реализацию инновационных проектов
- Развитие альтернативной энергетики (ветрогенераторы, солнечные панели, малые ГЭС, гидротермальные электростанции и пр.)
- Использование дровяных печей
- Совершенствование автомобилей
- Развитие общественного транспорта
- Широкое распространение новых утеплительных материалов
- Новые архитектурные решения
- Внедрение энергосберегающих электроламп
- **Энергоэффективность постепенно становится приоритетной в развитии энергетики и укреплении экономики**

## ***Домашнее задание по лекции №5 – Энергетические ресурсы***

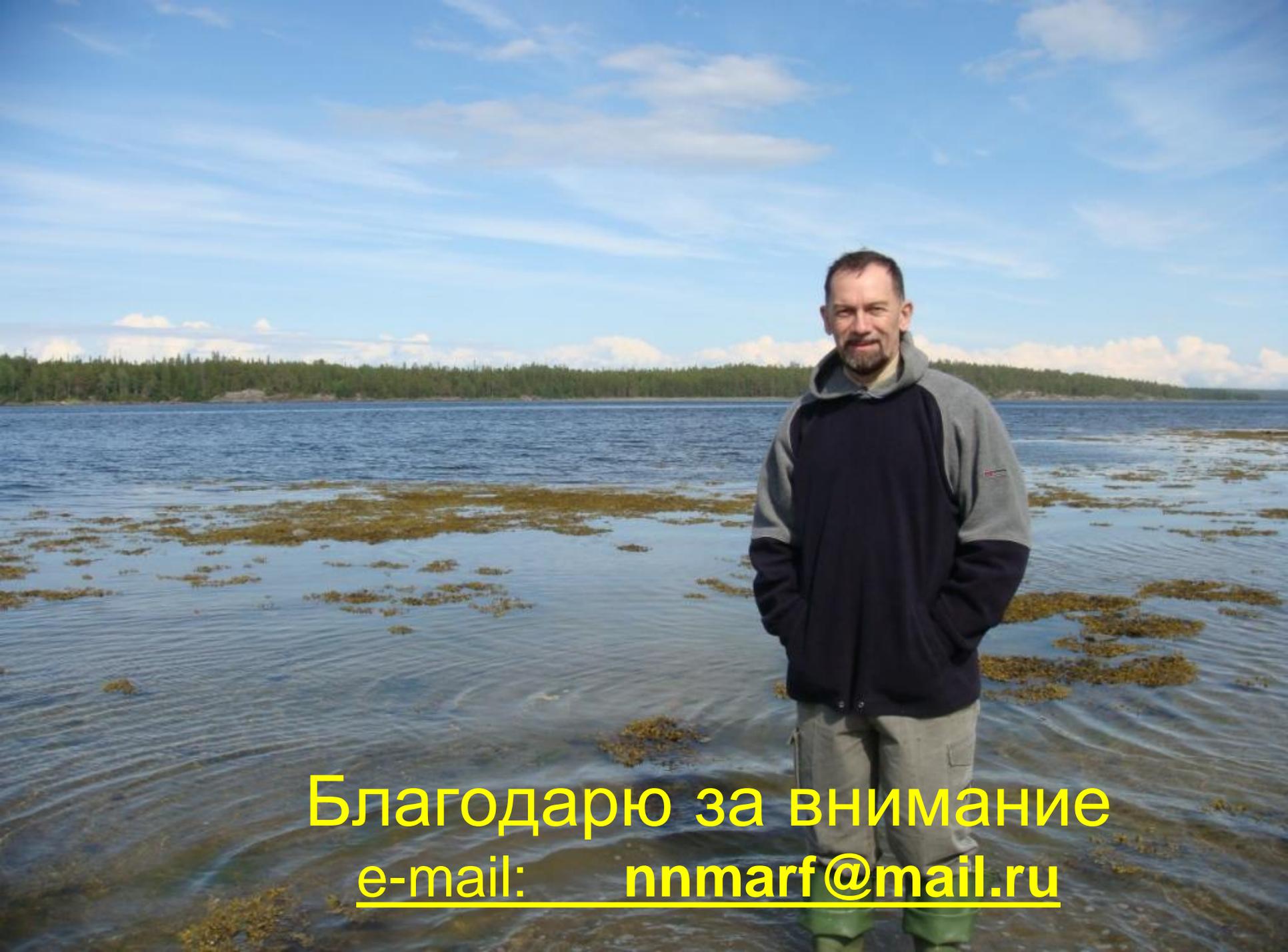
1. Рассчитайте свое потребление энергии на сайте <http://onetonneless.ru/calculator/> и перешлите итог.
  
2. В кратком эссе опишите позитивные и негативные стороны каждого способа получения электричества:
  - a) Тепловые электростанции
  - b) Гидроэлектростанции
  - c) Атомные электростанции
  - d) Ветрогенераторы
  - e) Солнечные панели
  - f) Приливные электростанции

***Информация представлена в учебнике:***

***Марфенин Н.Н. «Устойчивое развитие человечества»***

## **Дополнительное задание для желающих**

- В последние годы стоимость нефти снова значительно повысилась.
- Проанализируйте самостоятельно: в чем причина этого скачка ?



**Благодарю за внимание**  
**e-mail: [nnmarf@mail.ru](mailto:nnmarf@mail.ru)**