

МЕЖДУНАРОДНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Тимохов Владимир Михайлович

к.ф-м.н.,

miер.timokhov@gmail.com

Зачет.

$$\underline{\text{Оценка} = k \cdot 100 \cdot (N - n) / N + \text{Act} + \text{Ref},}$$

где $k=0.4$; $N=32$; n – число пропусков;

Act - активность на занятиях;

Ref – число баллов за контрольные.

Act \leq 20.

Ref \leq 40

ЛЕКЦИЯ 1

1.1. Определения, понятия, виды первичных источников энергии.

1.2. Этапы развития энергетики.

1.3. Энергоемкость ВВП. Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП).

1.4. Ресурсная база мировой энергетики

Энергия - одно из основных понятий современного естествознания.

Энергетика — отрасль экономики и научно-технической дисциплины, изучающей законы и методы преобразования энергии и использования различных ее видов в интересах человека.

Источник энергии - это любая система, не находящаяся в равновесии с окружающей средой.

Большинство неравновесных состояний, в природе, имеет своей первопричиной солнечное излучение.

Первичные источники энергии солнечного

происхождения:

- а) химическая энергия, запасенная углем, нефтью, природным газом, торфом, разнообразной растительностью;
- б) кинетическая энергия потоков воды и воздуха (ветер);
- в) разность температур в толще воды океанов;
- г) разность температур между водой и воздухом;
- д) разность соленостей пресной и морской воды и т. п.

Первичные источники энергии «несолнечного»

происхождения:

- энергия приливов, создаваемая гравитационным взаимодействием Земли, Луны и Солнца;
- геотермальная энергия – в толще земли имеются сухие породы или жидкие флюиды, температура которых выше температуры на поверхности;
- вторичные источники энергии - всевозможные отходы: промышленные, бытовые, сельскохозяйственные;
- энергия деления ядер и энергия ядерного синтеза.

Задача энергетики - с помощью тех или иных технических устройств, преобразовать энергию неравновесной системы в необходимые формы энергии до того, как она превратилась в тепло при температуре окружающей среды.

В энергетике применяются два ключевых понятия: производство энергии и потребление энергии.

Производство - использование первичных источников энергии для получения необходимых потребителю: механической энергии, электроэнергии, тепла, холода и их преобразование в промежуточные энергоносители - моторные, котельно-печные топлива, горячую воду и пар, водород и пр.

Первичные источники энергии - основа энергетики.

Они разделяются на:

- невозобновляемые – источники, запасенные планетой в течение миллионов лет в виде угля, горючих сланцев, нефти, природного газа, торфа.

Темпы потребления существенно превышают темпы их естественного воспроизводства;

- возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – источники энергии, связанные с текущим поступлением потока солнечной энергии, который создает в окружающей среде ту или иную неравновесность.

Потребление энергии - понятие условное. В любом процессе энергия не расходуется, а лишь переходит из одной формы в другую (преобразуется).

При преобразовании производится работа:
выработка электро- или механической энергии;
создание новых материалов; производство тепла при температуре отличной от температуры окружающей среды.

«Использованная» энергия превращается в тепло при температуре окружающей среды, не имеющее для нас какой-либо практической ценности.

Важнейшей составляющей современной энергетики является **электроэнергетика**.

Особенность электроэнергии: ее невозможно хранить в больших количествах и достаточно длительное время.

В каждый момент времени произведенное количество электрической энергии (за вычетом затрат на транспортировку, распределение и потерь) должно строго равняться ее потреблению.

На современном этапе перед энергетикой стоят две основные задачи:

1. Совершенствовать производство энергии – наиболее эффективно производить требуемое количество необходимых энергоносителей из первичных источников энергии.

«Наиболее эффективно» - производить с минимальными затратами на единицу произведенной энергии и учетом всей цепочки преобразования энергии, включая ее «экологическую стоимость».

2. Совершенствовать потребление энергии – наиболее эффективно использовать потребляемые энергоносители. «Наиболее эффективно» - получение желаемого результата при минимальных суммарных затратах.

Каждая из этих задач - возможность применения широкого спектра различных технологий, исходя из технико-экономической эффективности, социальной значимости, влияния на окружающую среду, отвечать условиям устойчивого развития.

Известный российский ученый-энергетик академик М. А. Стырикович дал емкое и лаконичное определение современной энергетики:

**«Энергетика — это физика
плюс экономика».**

Действительно, разработки новых энергетических технологий в современном мире имеют шанс на реальное широкое практическое применение только в случае выполнения ряда критериев экономической, экологической и социальной эффективности.

1.2. Этапы развития энергетики.

В доисторические времена человек через пищу поглощал 2000-3000 ккал/день и мог рассчитывать только на свою мускульную энергию, имеющую среднюю мощность 100-150 Вт.

Первый скачок в росте энергопотребления произошел во времена, когда человек смог добывать огонь и использовать его для приготовления пищи и обогрева своих жилищ.

Источники энергии в этот период - дрова и мускульная сила человека. Потребление на одного человека возросло примерно до 300 Вт.

Начиная с медного века (III в до н.э.) и до заката Римской империи (IV в. н.э.) такая энергетика устойчиво обеспечивала:

- в земледельческих цивилизациях до 6 ГДж на человека в год;
- до 4,5 ГДж для остального населения Земли.

К настоящему времени население Земли возросло в десятки раз (рис. 1).

Млрд чел.

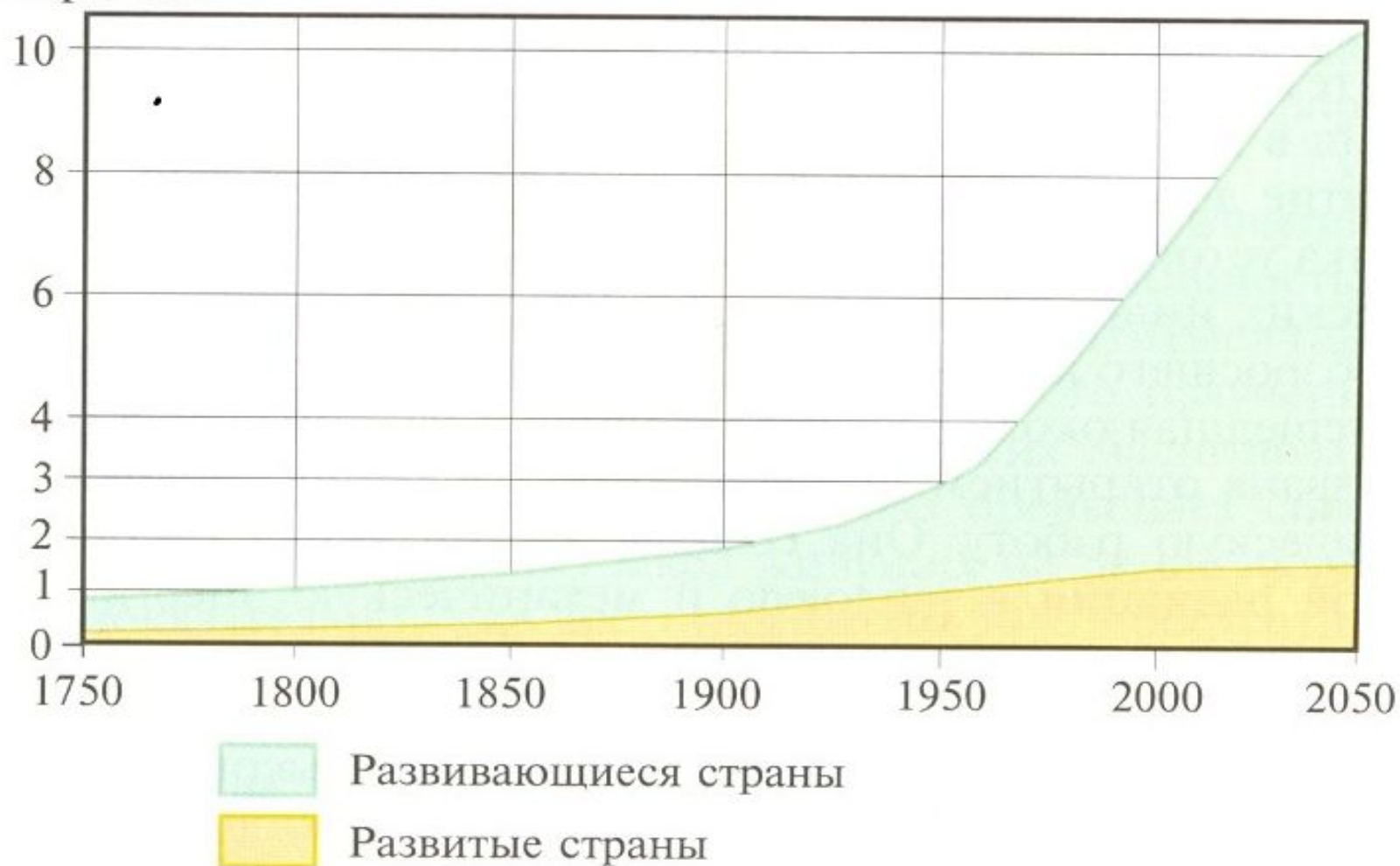


Рис. 1. Изменение населения развитых и развивающихся стран (по данным УНЕР).

Следующий важный этап - это изобретение колеса, создание разнообразных орудий труда, развитие кузнечного производства.

К XV в. средневековый человек, использовал рабочий скот, энергию воды и ветра, дрова и небольшое количество угля, потреблял уже приблизительно в 10 раз больше, чем первобытный человек.

Происшедшая около трехсот лет назад индустриальная революция открыла методы преобразования тепловой энергии в механическую работу.

Она создала способ преобразования солнечной радиации в тепловую и механическую энергию - через химическую энергию горючих ископаемых (угля, нефти и природного газа).

Эта энергия была запасена горючими ископаемыми в течение миллионов лет в процессе фотосинтеза .

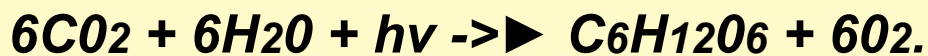
Справочно: Благодаря Солнцу на Земле накоплены запасы углеводов - нефти, угля, торфа и пр., которые мы сейчас активно сжигаем.

Фотосинтез — уникальный процесс создания органических веществ из неорганических.

Это единственный на нашей планете процесс, связанный с превращением энергии солнечного света в энергию химических связей, заключенную в органических веществах.

Таким способом поступившая из космоса энергия солнечных лучей, запасенная зелеными растениями в углеводах, жирах и белках, обеспечивает жизнедеятельность всего живого мира – от бактерий до человека.

В период овладения огнем человек использовал только тепловую энергию от биомассы (дров), то есть энергию от зеленых растений, которая накопила солнечную энергию в химической реакции фотосинтеза, протекающей путем поглощения из атмосферы углекислого газа и выделением кислорода:



В этот период не было вреда окружающей среде (период «собирательство»).

Так называемая антропогенная энергетика возникла тогда, когда в дополнение к тепловой энергии от биомассы люди научились получать и использовать механическую энергию.

Сначала это была мускульная сила прирученных животных, живущих за счет тех же зеленых растений, а потом - энергия текущей воды и ветра.

Это открыло второй (помимо биологического: через фотосинтез к животным) канал преобразования энергии солнечного излучения в механическую энергию

Справочно. На современном этапе развития антропогенная энергетика характеризуется суммарной мощностью энергоустановок составляющей всего менее 2/10 000 (двух десятитысячных) мощности поступающего на Землю потока солнечного излучения и тем самым практически неразличима в космических масштабах.

Эта мощность примерно в 15-20 раз превышает совокупную мускульную мощность около 7 млрд. живущих на Земле людей и, что особенно показательно, уже достигает около 30% мощности процессов фотосинтеза (~ 40 ТВт), обеспечивающих жизнь на Земле.

Тем самым, современная антропогенная энергетика уже оказывает определенное влияние на биосферу планеты, к сожалению, в большей части негативное.

(1 т нефтяного эквивалента (т.н.э) = 44,76 ГДж, или 107 ккал.)

Этот огромный источник высококонцентрированной энергии вызвал беспрецедентно быстрое развитие цивилизации и превратился в основной источник энергии индустриального мира.

(рис. 2).

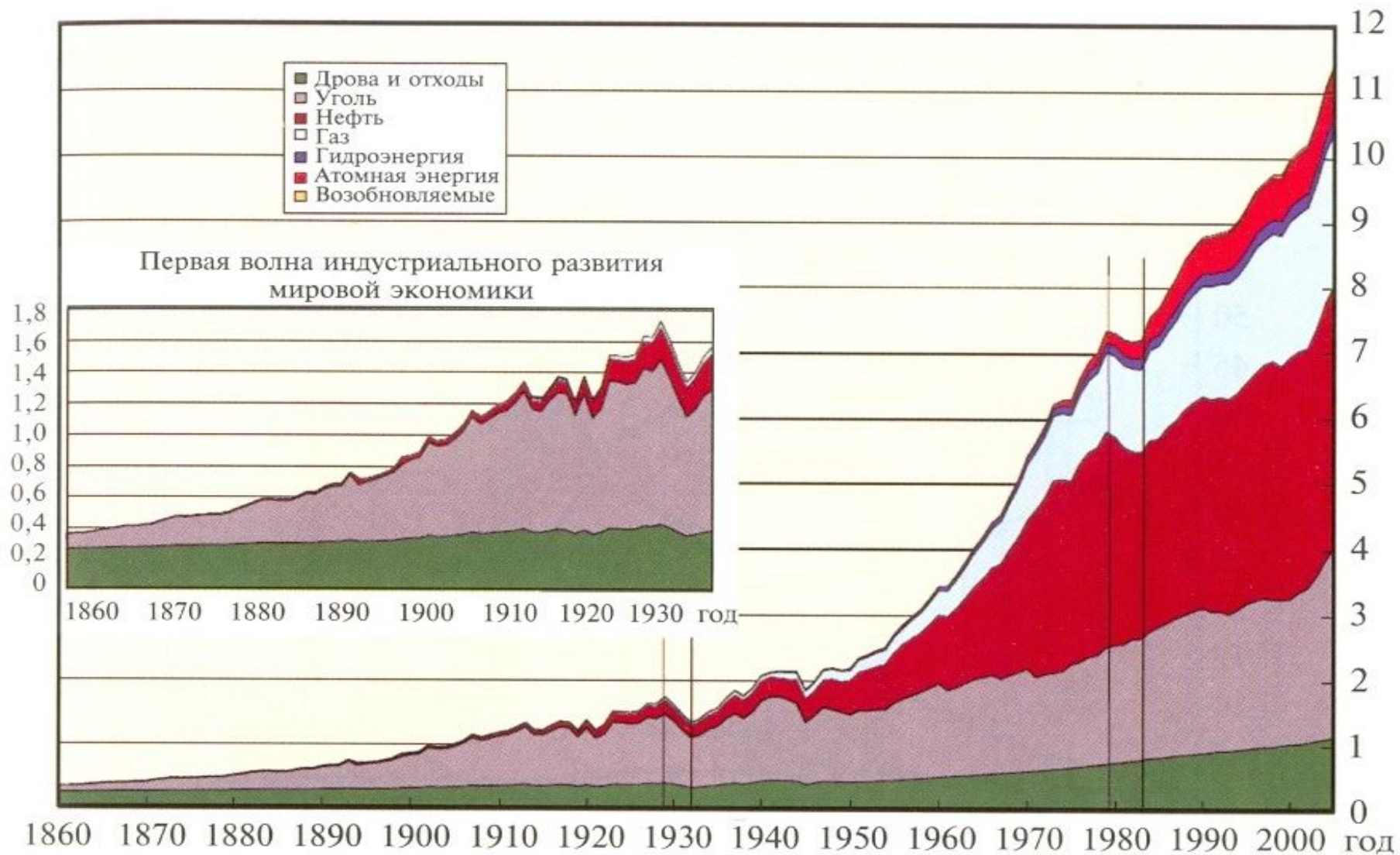


Рис. 2. Динамика мирового производства энергетических ресурсов, млрд т н. э.

Статистика по энергетике была восстановлена с 1860 г. Она обнаружила «длинные волны» развития мировой энергетики.

Первая волна длилась 70 лет - до разгара великой депрессии (1929— 1933 гг.).

Она увеличила мировую энергетику в 4,5 раза — от 0,36 до 1,6 млрд. т н. э. и утроении среднего по миру душевого производства энергии: от 0,29 до 0,7-0,8 т н.э./чел. в год (рис. 2).

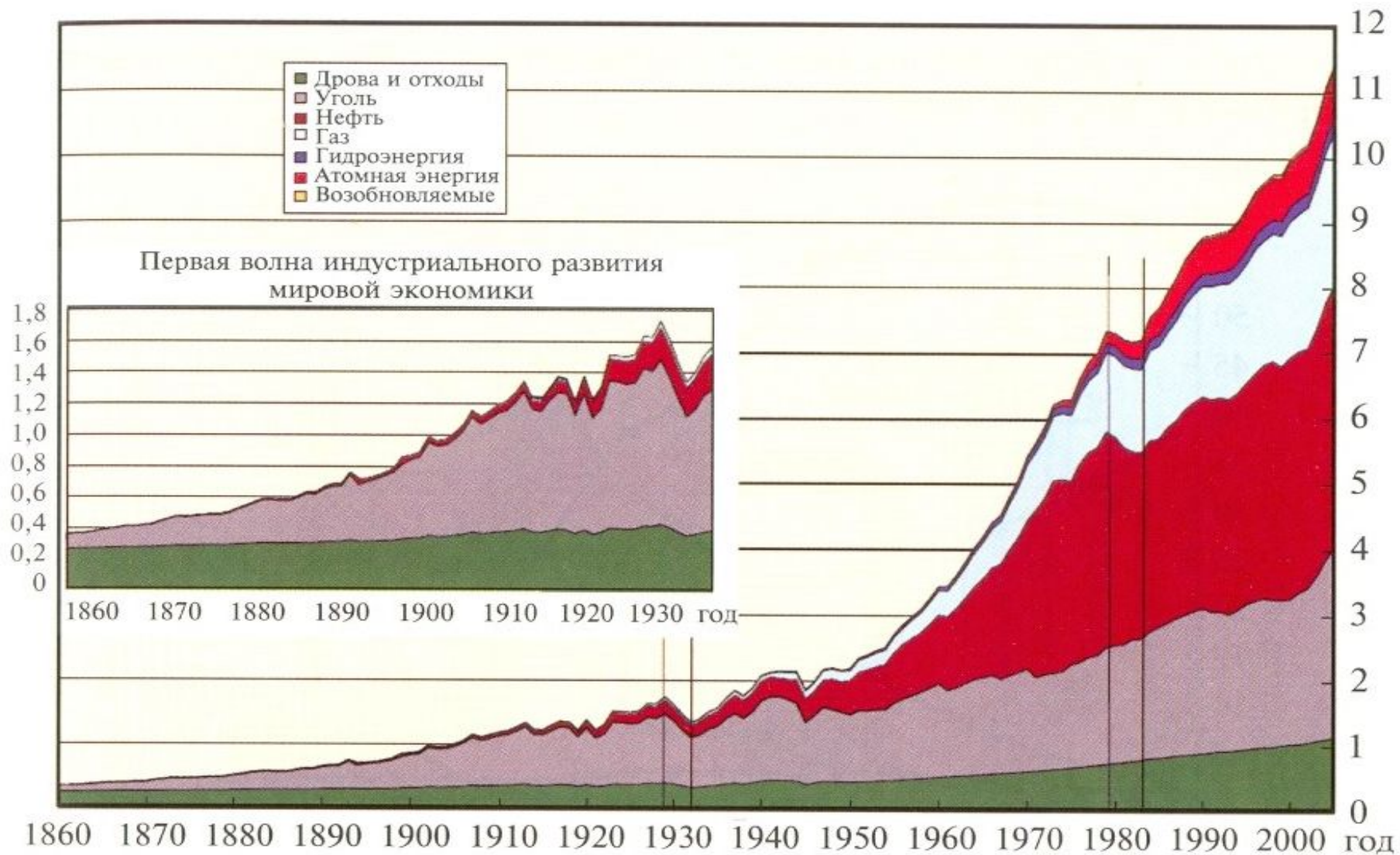


Рис. 2. Динамика мирового производства энергетических ресурсов, млрд т н. э.

На смену дровам пришли уголь и работающие на нем паровые машины, а в последней трети этой волны - двигатели внутреннего сгорания, начался ускоренный рост использования нефти (рис. 3).

Наиболее важное событие первой волны - технологический прорыв в преобразовании химической (гальванические элементы) и механической энергии в электрическую и ее передача на большие расстояния.

Была заложена база энергетики как индустриального, так и постиндустриального общества.

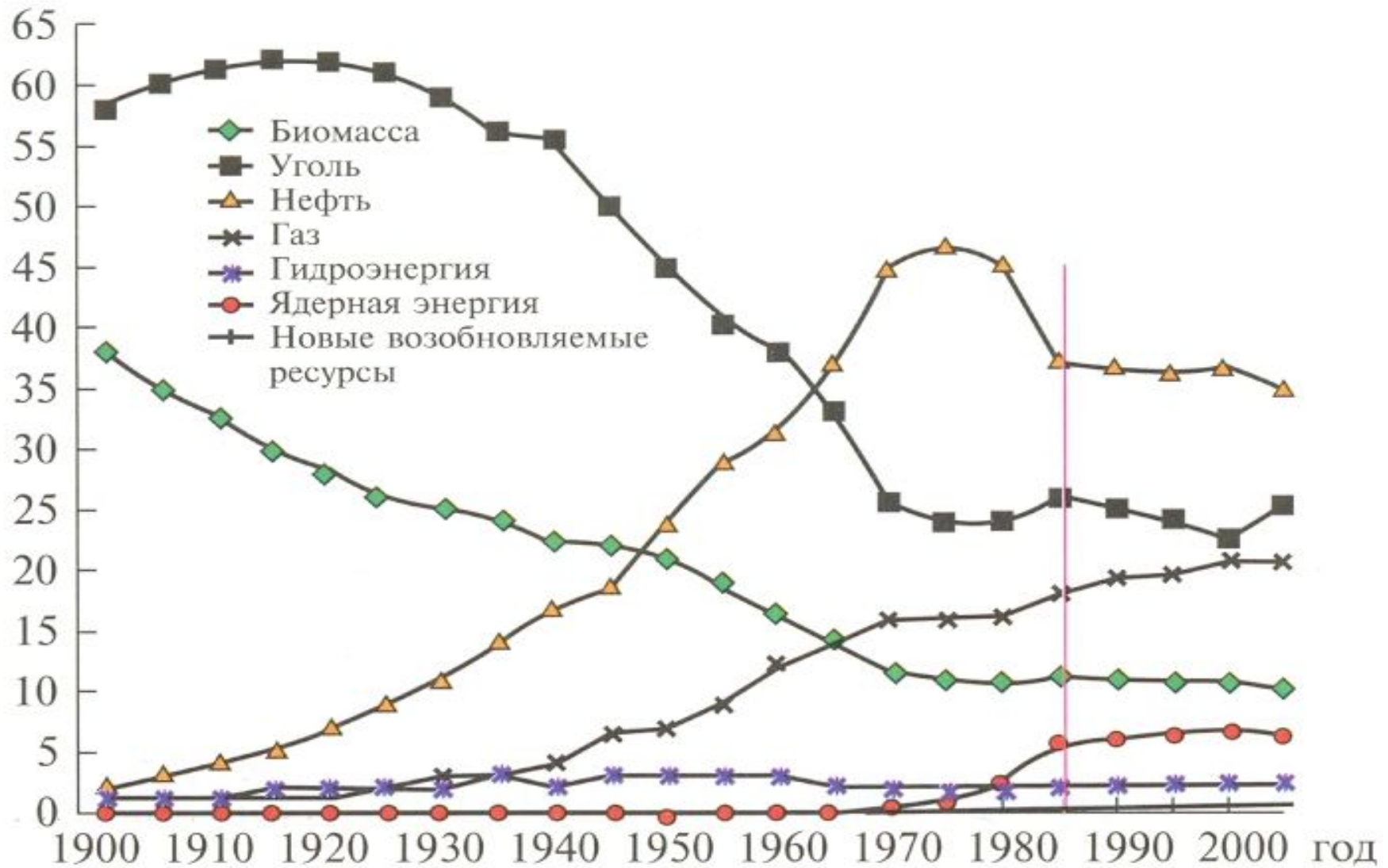


Рис. 3. Структура мирового потребления энергоресурсов, %

Вторая волна - 50 лет - увеличила производство энергоресурсов еще в 4,5 раза с 1,6 до 7,3 млрд. т. н.э. (рис. 2) при очередном удвоении среднедушевого энергопроизводства до 1,65 т н.э. (75 ГДж) и завершилась в конце 70-х годов нефтяным кризисом.

Это был «век моторов» и доминирования нефти в общем производстве энергоресурсов.

Доля нефти увеличилась с 11 до 47 % в 1975 г., но после нефтяного кризиса стала снижаться.

Одновременно начался рост доли природного газа и атомной энергии (рис. 3).

Главный технологический прорыв этого периода - промышленное применение первого «внесолнечного» источника энергии — деления атомов.

Примерно в это время начались эксперименты по военному и затем мирному освоению управляемого термоядерного синтеза.

Третья волна отождествляется со становлением постиндустриального общества и качественно отличается от предыдущих.

Вот эти отличия:

1. Впервые среднедушевое производство энергии в мире практически не изменялось: 1,56-1,68 т н.э., или 70—75 ГДж/чел. в год .

Рост мировой энергетики стал втрое меньше, чем в каждой из предшествующих волн.

2. Быстрая циклическая перестройка структуры производства мировой энергетики сменилась ее плавной эволюцией: уменьшение доли нефти и увеличение доли природного газа и нетрадиционных возобновляемых источников энергии, ВИЭ (рис. 3).

Электроэнергетика.

Суммарная установленная мощность электростанций, действующих в мире, превысила 4 млрд. кВт.

В США на одного человека приходится в среднем около 3 кВт установленной мощности эл. энергии.

В России - около 1,6 кВт/чел.

Существует большая неравномерность в обеспечении энергией.

Золотой миллиард

Советский ученый лауреат нобелевской премии по физике П.Л. Капица: существует связь между уровнем экономического развития страны и ее энерговооруженностью.

На протяжении большей части XX в. (до начала 1970-х годов) валовой внутренний продукт (ВВП) и потребление первичной энергии возрастали практически одинаковыми темпами (рис. 4).

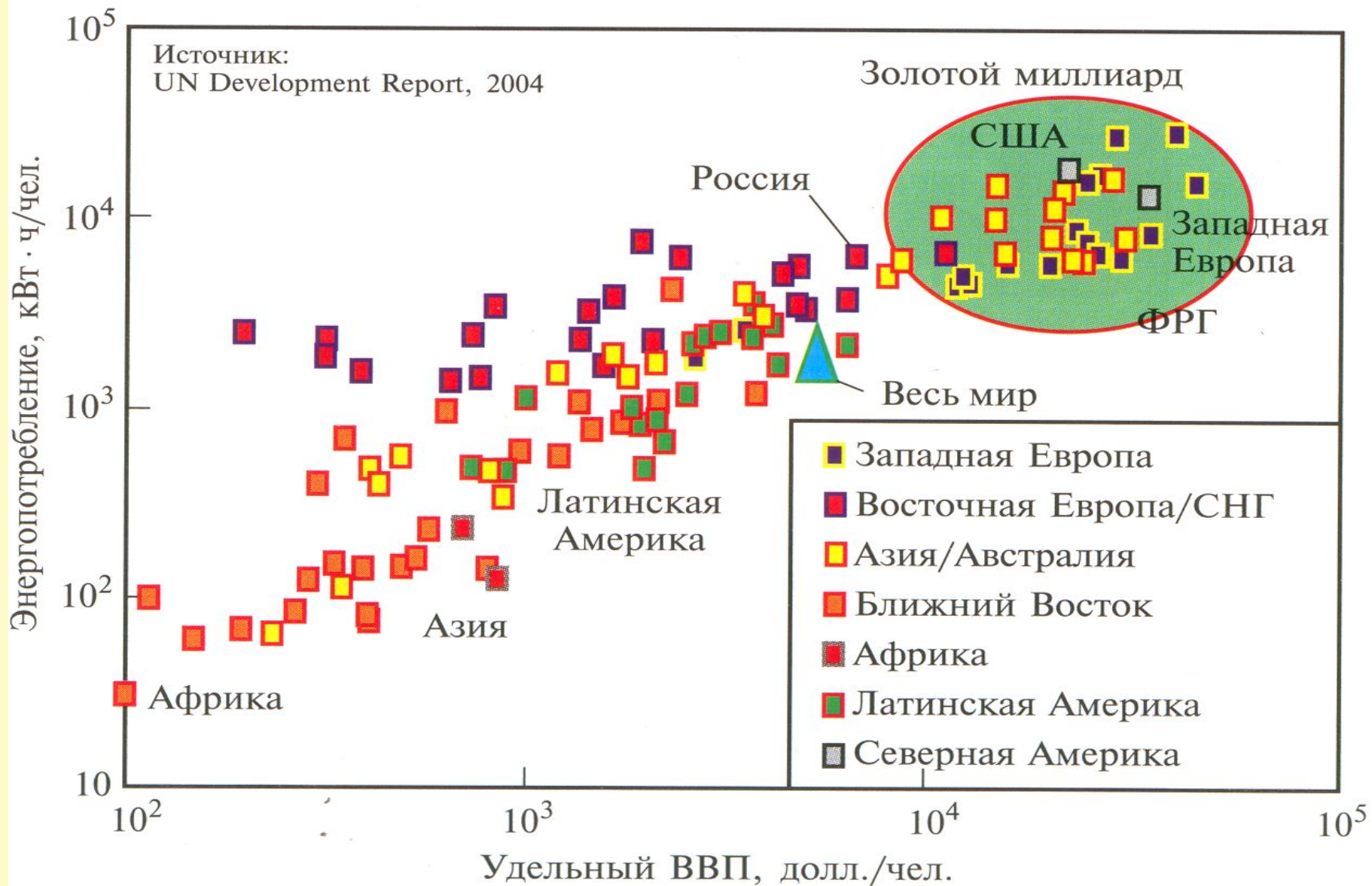


Рис.4. Связь между ВВП и энергопотреблением на душу населения. До 1970-х годов: на 1 % роста ВВП наблюдался 1 % роста энергопотребления, сейчас 0,3-0,5%

Рис. 4: заметна хорошая корреляция между удельным энергопотреблением и удельным ВВП в разных странах.

По мере движения к постиндустриальному обществу эта синхронность нарушается из-за повышения качества используемой энергии.

Высших показателей по удельному ВВП добились страны, создавшие у себя мощную и современную энергетику. Вошли в так называемый золотой миллиард.

Около 2 млрд. человек на Земле не имеют доступа к электроэнергии и 3 млрд. испытывают ее недостаток.

ИРЧП.

Годовое потребление энергии в стране на одного человека (кВт ч/(чел. год)) - во многом характеризует уровень развития страны и уровень жизни людей (удельная энерговооруженность).

В ООН разработан обобщенный критерий, названный Индексом Развития Человеческого Потенциала (ИРЧП).

Он рассчитывается для каждой страны и учитывает продолжительность жизни людей, образовательный уровень, жизненные стандарты, а также валовой национальный доход на душу населения.

В зависимости от величины ИРЧП страны принято классифицировать по уровню развития: очень высокий ($> 0,9$), высокий ($0,8—0,9$), средний ($0,5-0,8$) и низкий ($< 0,5$) уровень.

В последние годы ООН регулярно публикует данные об ИРЧП и удельном энергопотреблении (рисунки 5 и 6).

По данным ПРООН (UNDP) - организации по оказанию помощи странам-участницам в области развития существует корреляционная зависимость между указанными параметрами (рис. 7).

В последние годы ООН регулярно публикует данные об ИРЧП и удельном энергопотреблении:

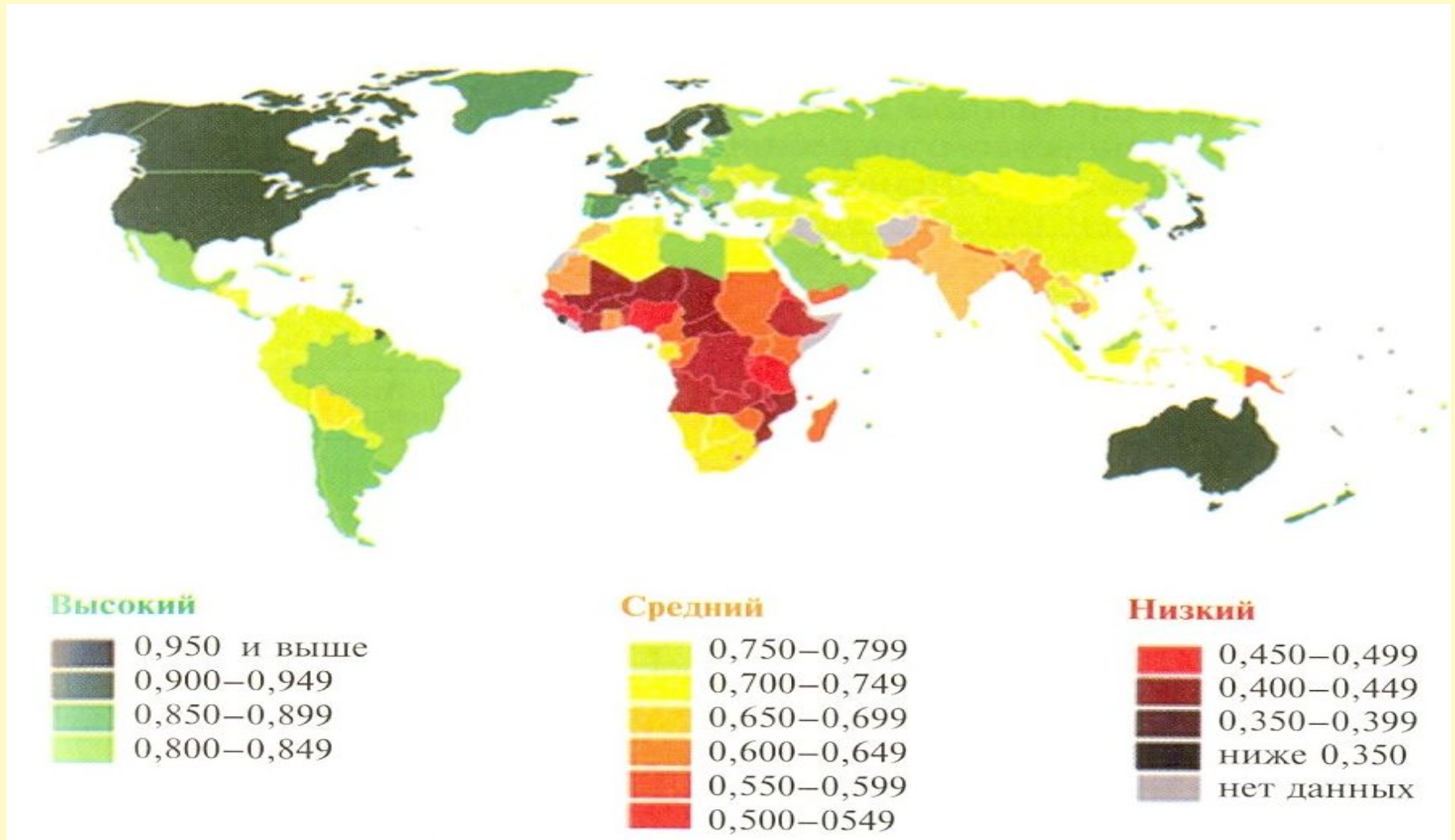


Рис. 5. Мировая карта ИРЧП для стран – членов ООН

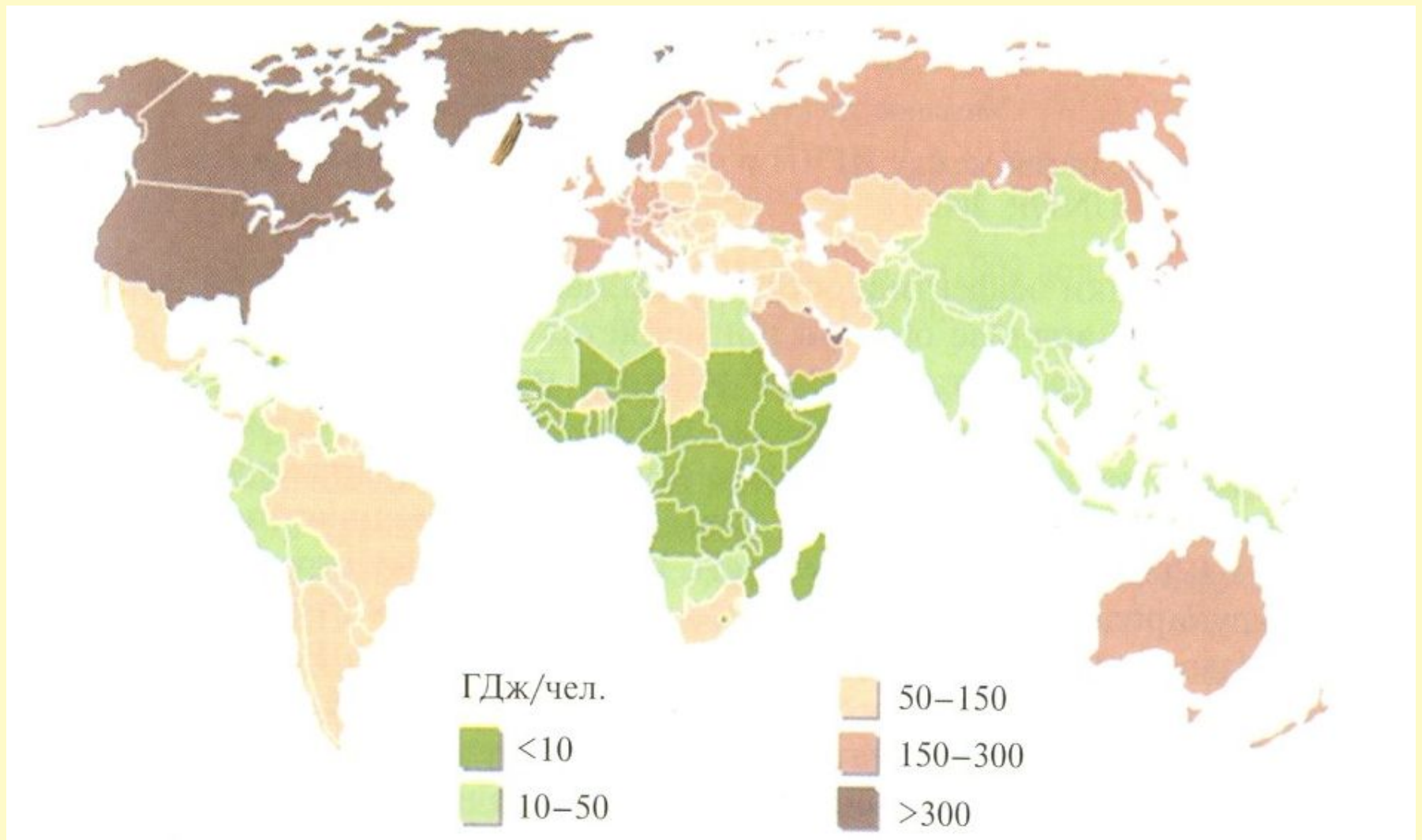


Рис. 6. Мировая карта удельного энергопотребления стран.

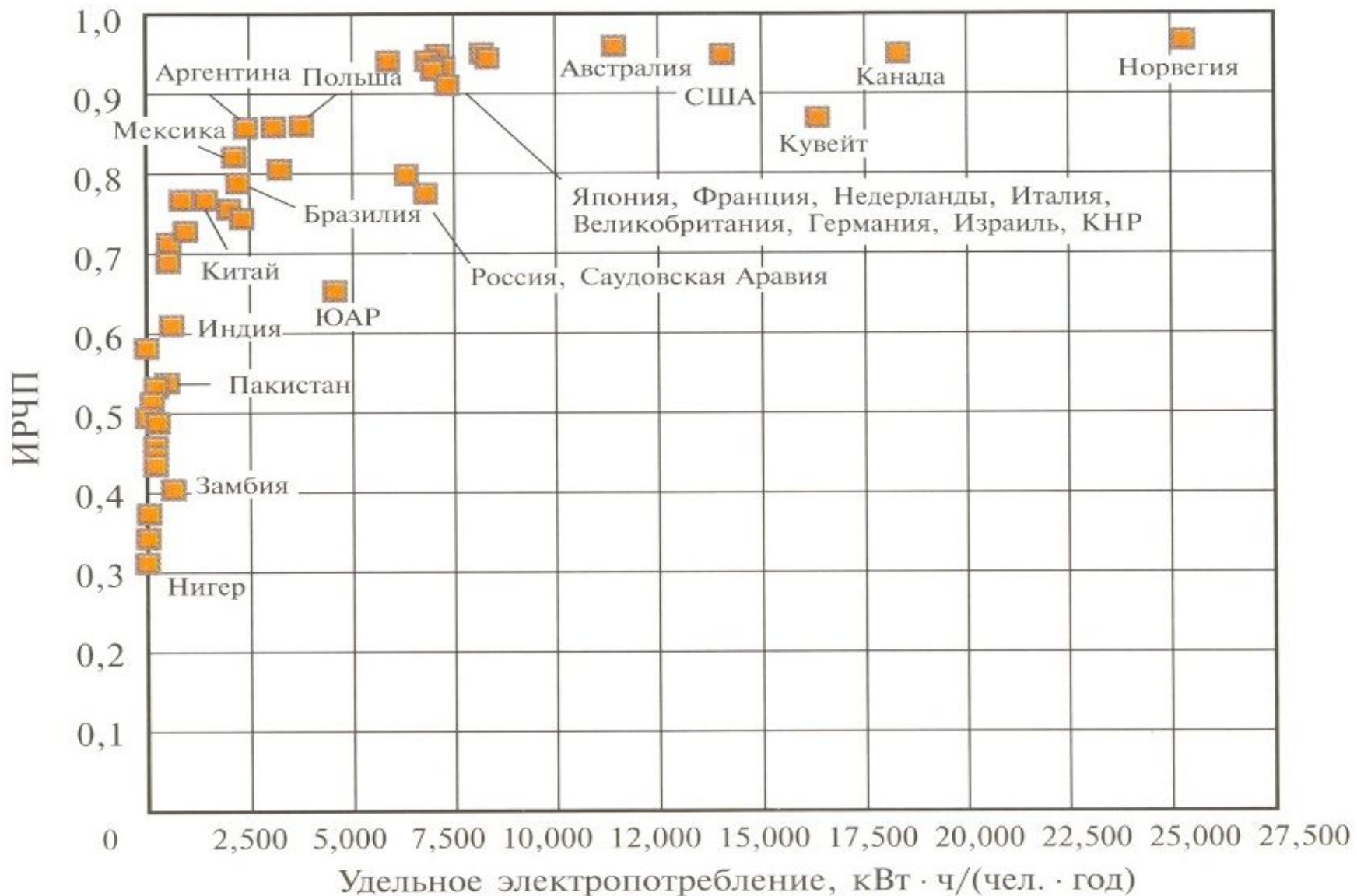


Рис. 7 Корреляция между ИРЧП и удельным энергопотреблением (по данным ПРООН (UNDP), 2006)

ИРЧП России. Специалисты Института народнохозяйственного прогнозирования РАН построили карту распределения ИРЧП по субъектам РФ в соответствии с методикой ООН (Рис. 8).

По уровню развития регионы России существенно отличаются друг от друга.

К районам с высоким уровнем жизни (ИРЧП > 0,8) относятся Москва, Санкт-Петербург, а также районы Западной Сибири и Татарстан.

Остальные субъекты РФ в соответствии с классификацией ООН относятся к районам со средним уровнем жизни (ИРЧП = 0,5-0,8).



Рис. 8. Индекс развития человеческого потенциала субъектов РФ в 2004 г

Выводы:

Линейной зависимости ИРЧП от электровооруженности нет: примерно при 5000 кВтч/(чел.год) наступает насыщение.

Выше этого уровня удельного энергопотребления (помимо стран «золотого миллиарда») находятся Кувейт, Россия, Саудовская Аравия и ряд других стран. Но их ИРЧП не очень высокий.

Уровень жизни людей на современном этапе развития в большей степени определяется не количеством потребляемой энергии на душу населения, а тем, насколько эффективно она используется.

Оценка эффективности использования энергии.

При макроэкономическом анализе обычно применяется критерий энергоёмкость внутреннего валового продукта - затраты энергии на производство 1000 долл. ВВП.
Измеряется в т.н.э./1000 долл. ВВП.

Этот критерий является производной от двух макроэкономических показателей: удельного значения ВВП на душу населения (долл./чел. • год) и удельного энергопотребления (т н.э./чел. • год).

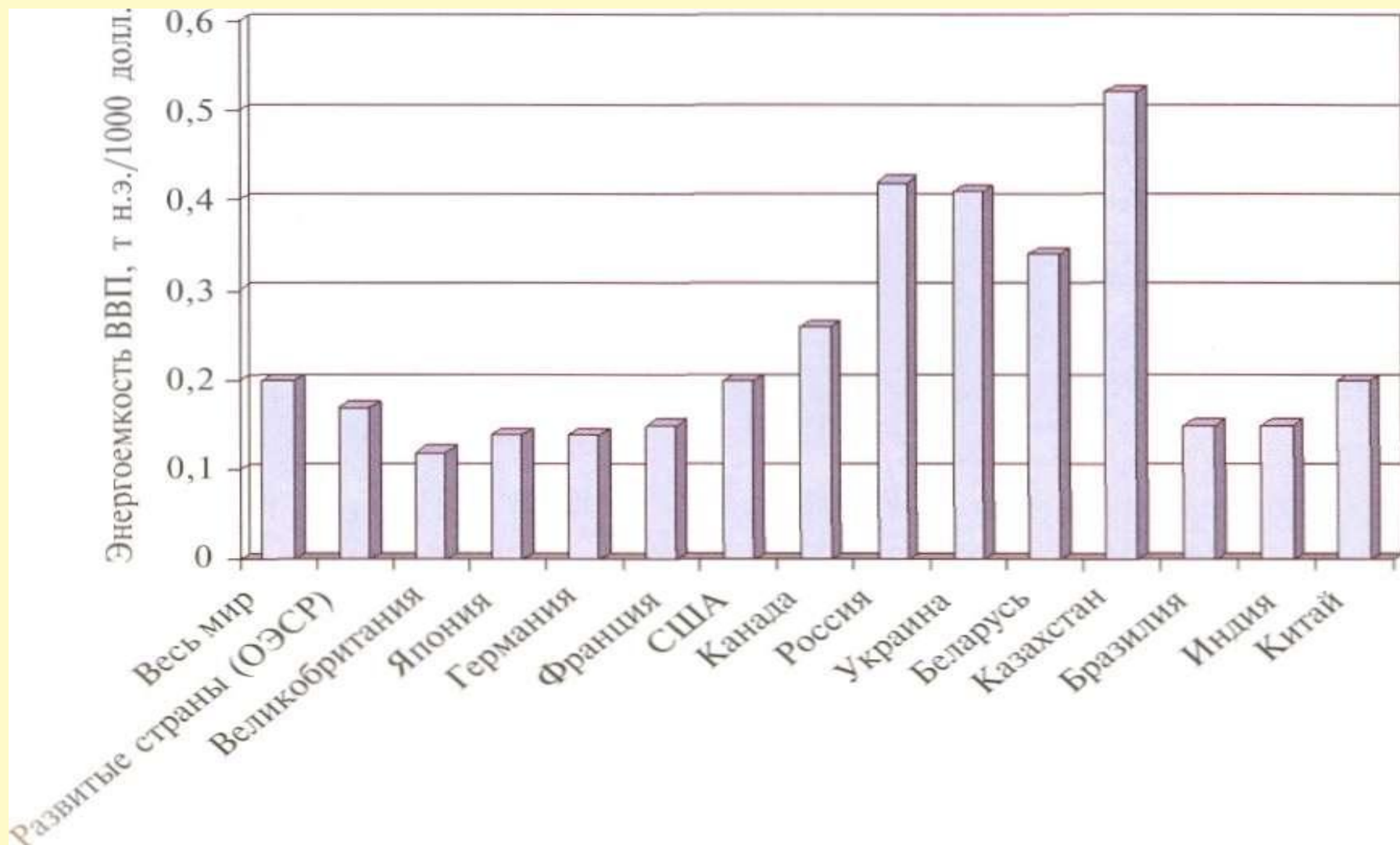


Рис. 9. Энергоемкость ВВП различных стран, тн.э./1000 долл. (IEA, 2009). Энергоемкость ВВП в России в 3 раза больше, чем в Японии, и в 2 раза больше, чем в США.

На энергоемкость ВВП влияют:

а) структура экономики – за счет каких производств образуется ВВП.

В стране с энергоемким производством (металлургия, нефтехимия производство строительных материалов) энергоемкость ВВП выше, чем в стране, формирующей свой ВВП за счет наукоемких производств;

б) географические особенности страны. Для огромной страны России заведомо велики транспортные расходы;

в) климатические условия. Для северных стран, где велики затраты энергии на отопление, энергоемкость ВВП увеличивается;

г) тепловые потери, потери электроэнергии при транспортировке, физического износа оборудования и др.

Рис. 10:

С конца 1990-х годов энергоемкость ВВП в России стала снижаться, но, как видно, что даже при успешном выполнении задач по снижению этого показателя за счет реализации намеченных мер энергосбережения и структурной перестройки экономики, энергоемкость ВВП в стране будет существенно превышать зарубежные показатели.

Эффективность использования энергии в России невысока.

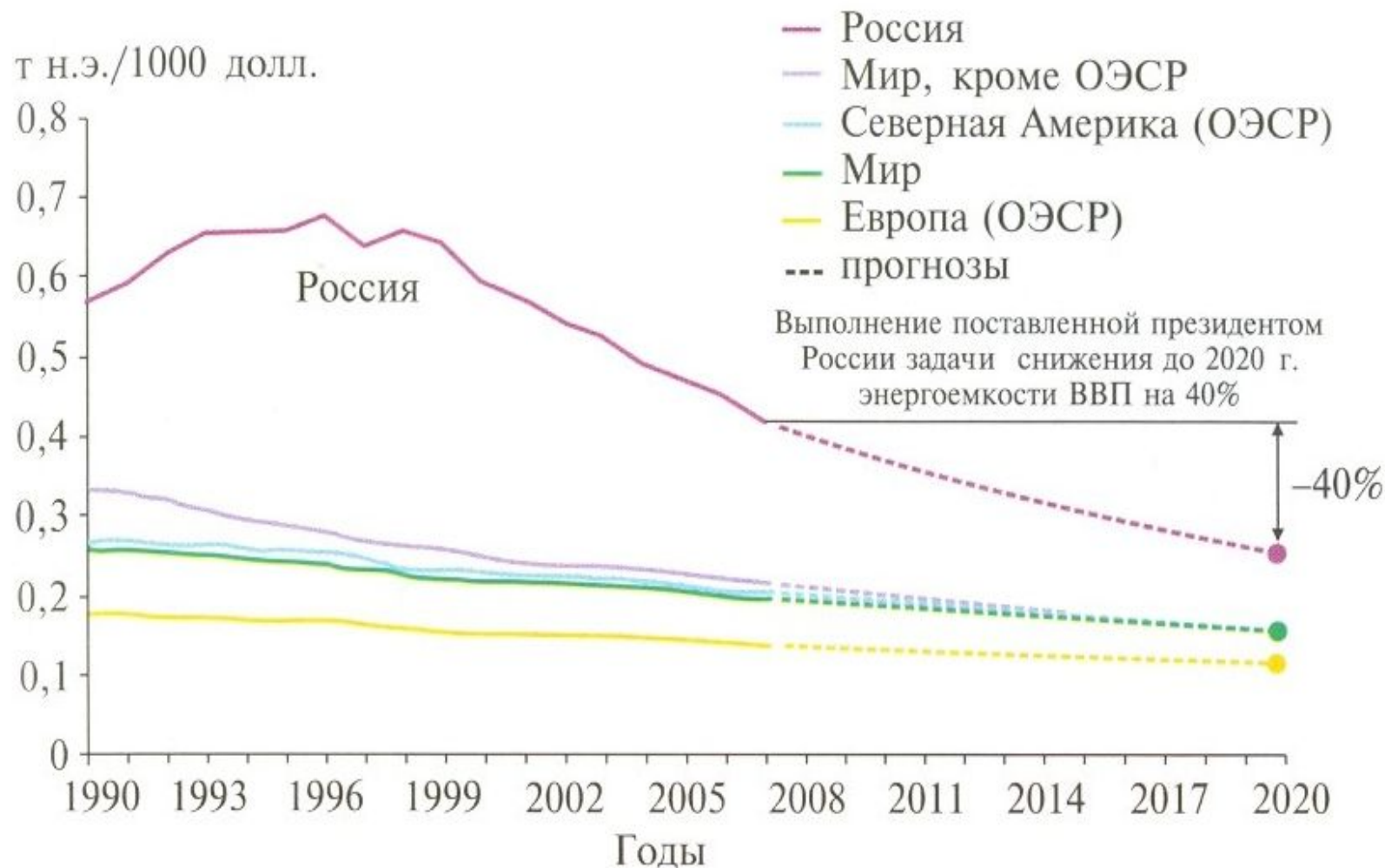


Рис. 10. Динамика энергоёмкости ВВП разных стран и прогноз до 2020 г. **STATISTICS** (IEA, 2009)).

Энергоемкость ВВП является обобщенным показателем эффективности использования энергии, этот критерий лишь интегрально характеризует реальную ситуацию.

Детальный анализ требует сопоставления затрат энергии на единицу физической продукции для разных стран.

Энергоемкость ВВП существенно зависит:

- сколько в стране потребляется первичных энергоресурсов;
- косвенного потребления энергии, для производства различной продукции, материалов.
- структуры импорта и экспорта конкретной страны.

В мире присутствуют два механизма перераспределения энергии: 1) непосредственный перенос первичных энергоресурсов из одних стран в другие;

2) перенос энергии в скрытой форме (в виде продукции низких переделов).

Оценки энергетического баланса России



Рис. 11. Баланс энергоресурсов России в 2006 г

Результаты оценки энергетического баланса России:

на внутреннее потребление в России шло всего около 36% добываемой энергии.

Саудовская Аравия поставляет на мировой рынок около 70% добываемых энергоресурсов.

Такая структура экономик не может положительно сказаться на энергоемкости ВВП и на ИРЧП.

Страны, импортирующие продукцию низкого передела и ориентированные на производство более дорогой высокотехнологичной продукции находятся в более благоприятной ситуации.

Особенность российской экономики - стремление продать как можно больше энергоресурсов в прямой форме и в виде продукции низких уровней передела, приводит к повышению энергоемкости ВВП.

Внутри России энергопотребление неоднородно.
Высокое энергопотребление на душу населения в России:

- нефтегазодобывающие округа Западной Сибири и Оренбургской области.

- Иркутская область (три крупных гидроэлектростанции), Красноярский край, угледобывающий Кузбасс и Магаданская область (при низкой численности населения крупная Колымская ГЭС).

- Metallургия (Новолипецкий, Череповецкий, Магнитогорский комбинаты).

- Metalлообработка (Самарская, Тульская, Мурманская области и Урал).

- Нефтехимия (Омск).

- Низкое удельное энергопотребление - регионы с аграрной специализацией на юге и в центре

Выводы к разделу 1.3.

1. Мир в целом и отдельные страны не могут и не должны стремиться достичь сегодняшнего удельного энергопотребления наиболее энергетически «зажиточных» стран.

При численности населения земного шара около 7 млрд. чел. увеличение удельного потребления энергии до уровня «золотого миллиарда» приведет к увеличению как минимум в 3 раза производства первичных энергоресурсов.

В условиях стабилизации добычи органического топлива и экологических ограничений в мире, это уже невозможно и неразумно.

2. Высокий уровень жизни населения может быть достигнут при ограниченном удельном энергопотреблении.

Исходя из особенностей страны и структуры ее экономики, важно определить необходимые и разумные уровни удельного энергопотребления, которые обеспечили бы людям достойную жизнь.

3. Энергоемкость ВВП является важным интегральным показателем эффективности использования энергии. Но он косвенно характеризует энергоэффективность страны.

Для нахождения имеющихся резервов повышения эффективности использования энергии требуется:

- детальный анализ структуры экономики;
- ее внешнего торгового баланса;
- климатических и географических особенностей;
- сравнительных исследований эффективности энергетических процессов;
- балансов в отдельных секторах экономики и регионах.

1.4. Ресурсная база мировой энергетики

Энергетика - крайне инерционная сфера экономики, и продвижение в нее новых энергетических технологий занимает, как правило, десятилетия.

Необходимо заблаговременно готовиться к структурным и технологическим перестройкам энергетики, развивать перспективные технологии и осваивать новые энергетические источники.

Статистические данные и прогнозы о состоянии энергетики мира и регионов существенно различаются и зависят от предпосылок, допущений, сценариев и методик их составления.

Наиболее авторитетной организацией, ведущей систематические статистические и прогнозные исследования развития мировой энергетики, является Международное энергетическое агентство, МЭА (International Energy Agency, IEA).

Прогнозные исследования МЭА, учитывающие последствия финансового кризиса 2008-09 г.г.

Мировое энергопотребление в 2007 г. (рис. 12) достигло ~ 500 ЭДж или ~12 млрд. т.н.э.

По сравнению с 1980 г. оно возросло почти в 2 раза. Финансовый кризис 2008-2009 г.г. привел к небольшому снижению потребления энергоресурсов.

Прогнозируется:

в ближайшие 10-20 лет будет дальнейший рост мирового потребления с темпом около 1,4% в год.

Потребление энергии в странах ОЭСР практически расти не будет.

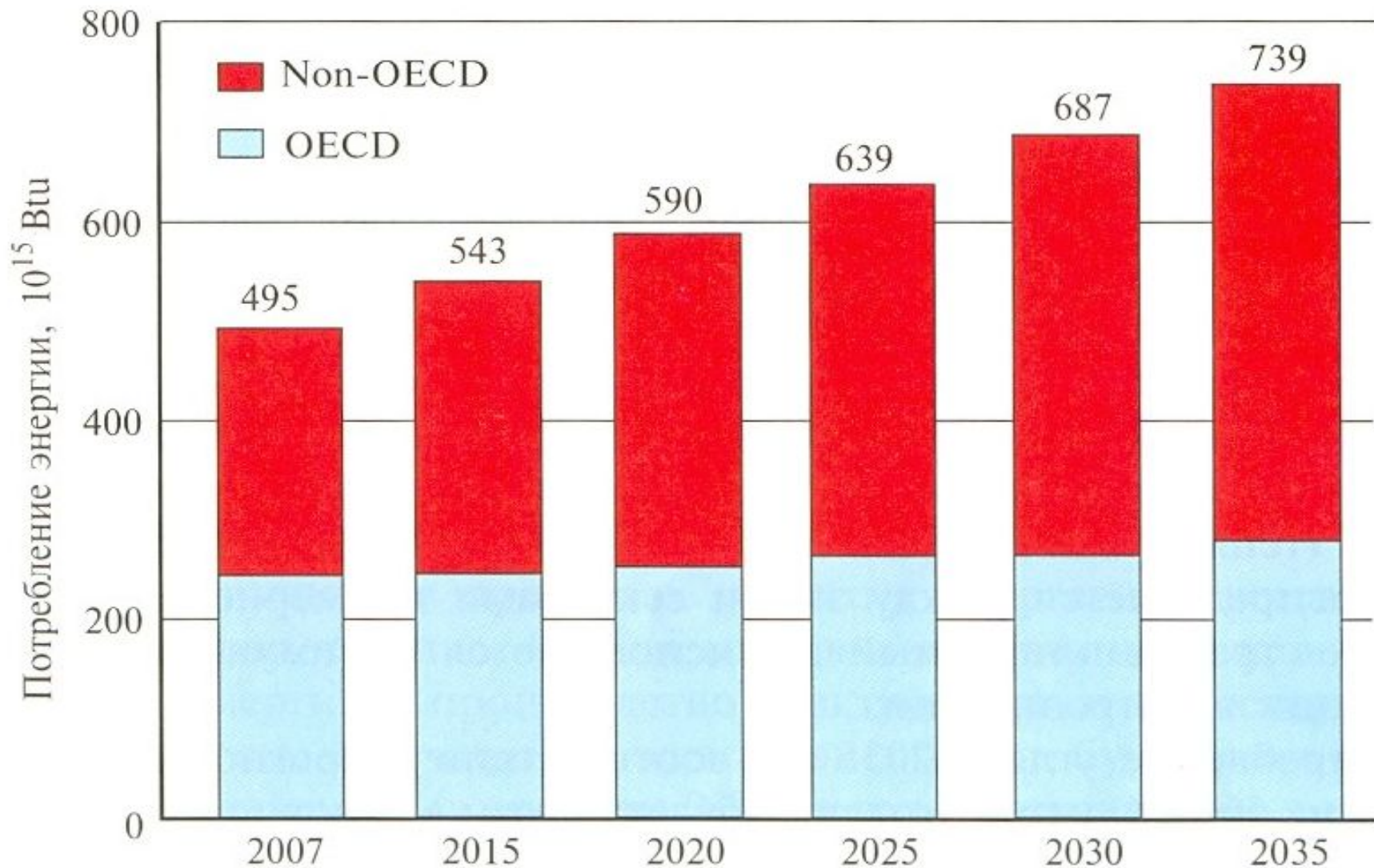


Рис. 12. Мировое потребление энергии в 2007 г. и прогноз до 2035 г. (По данным EIA).

Ожидается к 2035: мировое потребление энергии возрастет примерно в 1,5 раза, в основном за счет развивающихся стран (рост на 84%).

По видам первичных источников:

Баланс жидких топлив возрастет в зависимости от рассматриваемых сценариев и роста цен не очень сильно: с 3,5% в 2007 г. до до 6-8% в 2035 г.

В «жидкие топлива» включаются традиционные жидкие нефтепродукты, нетрадиционные жидкие топлива из биомассы, угля, природного газа и др.

Основные потребители природного газа - электроэнергетика, промышленность и строительный сектор (теплоснабжение зданий).

В Европе потребление природного газа распределяется между этими секторами примерно поровну.

Потребление угля к 2035 г. возрастет на 56%. Рост связан с развивающимися странами. Наибольший вклад в рост потребления угля в мире (78%) даст Китай с его быстро растущей экономикой.

Атомная энергетика. Основной вклад в внесут Китай, Россия.

Наибольшими темпами будет развиваться возобновляемая энергетика. К 2035 г. предполагается удвоение вклада ВИЭ в мировой энергетический баланс (в среднем рост 2,6% в год). Рост с 6 до 13,5%.

Прогноз развития ВИЭ базируется на принятых многими странами планами ускоренного освоения ВИЭ, подкрепленными существенными мерами экономического, законодательного и политического стимулирования.

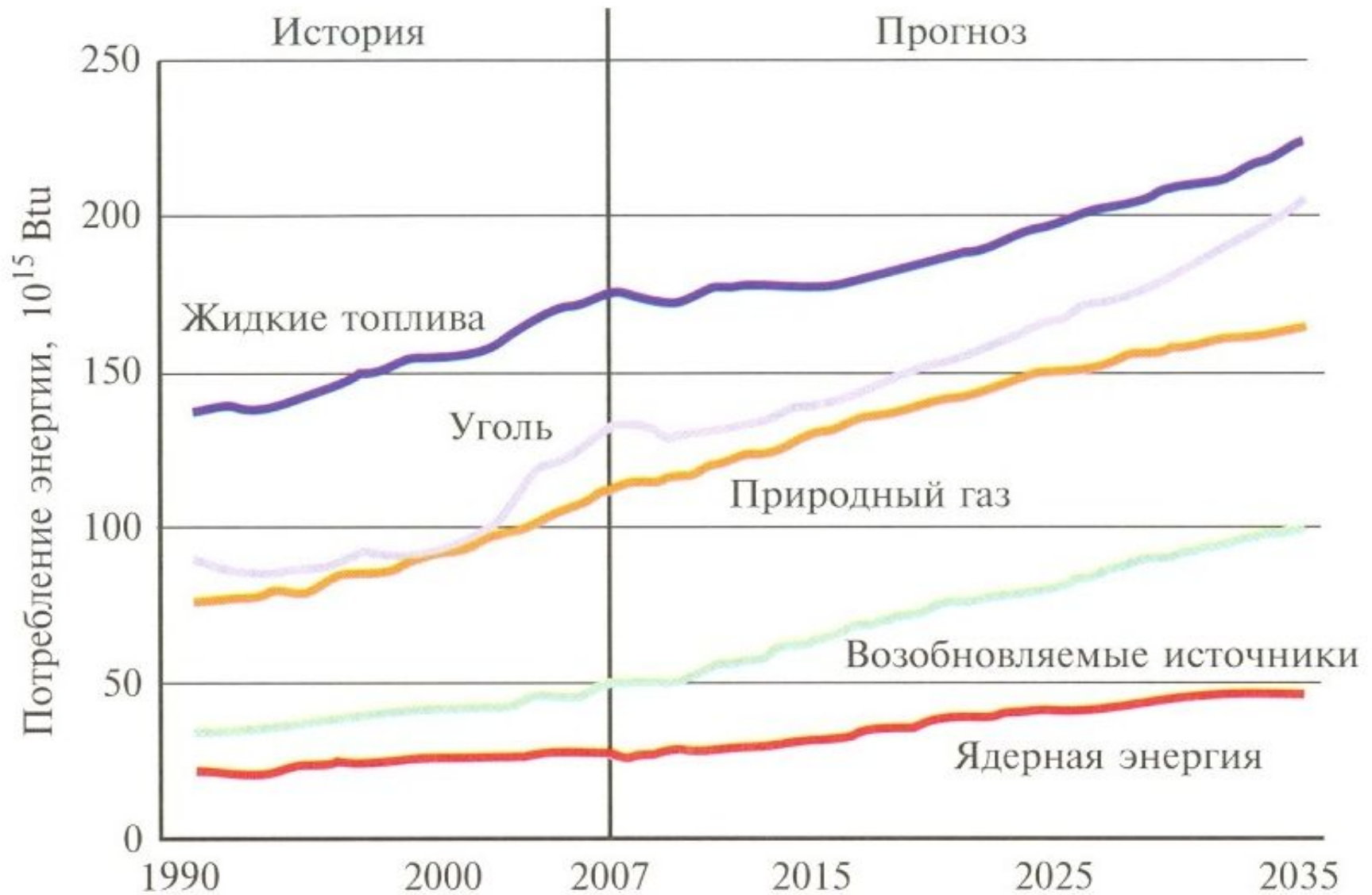


Рис. 13. Мировое потребление энергии по различным первичным источникам.

Электроэнергетика. Мировая электроэнергетика будет развиваться более ускоренными темпами (в среднем 2,3% в год), чем общее потребление энергии (1,4%).

В развивающихся странах среднегодовой рост ожидается на уровне 3,3%, в развитых странах — на уровне 1,1 % в год. Рис. 14.

Рост электрогенерации будет обеспечен за счет угля.

Ускоренными темпами предполагается развитие возобновляемой электроэнергетики:

малые ГЭС, ветроустановки, использование биомассы и др.).

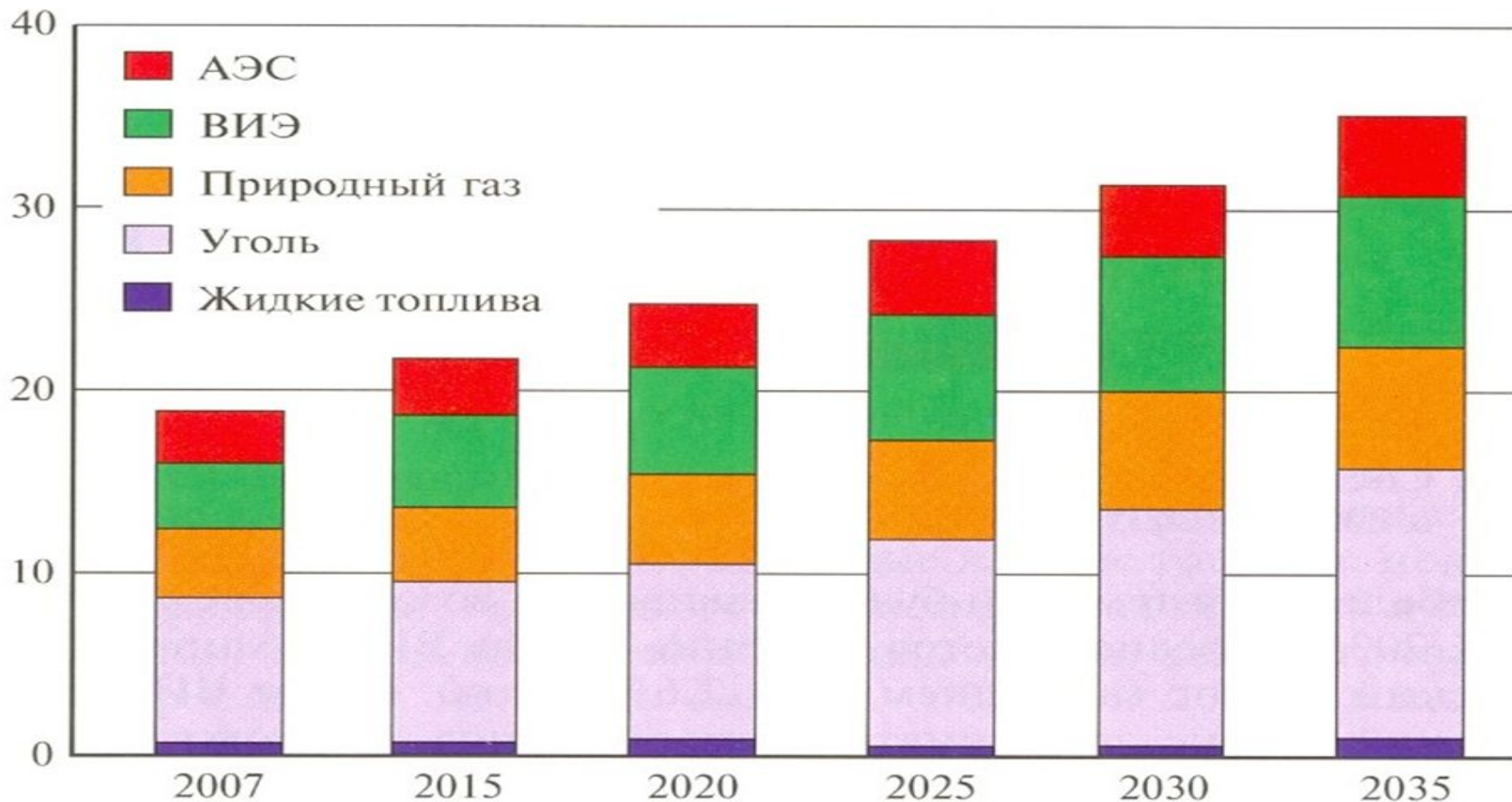


Рис. 14. Вклад различных первичных источников энергии в мировое производство электроэнергии, трлн кВт·ч.

Вывод по развитию первичных источников.

В ближайшие 25 лет не ожидается каких-либо революционных изменений. Органические топлива останутся основными первичными источниками энергии, используемыми человечеством.

Превалирующая роль органических топлив вызывает значительную озабоченность, так как дешевые запасы этих топлив ограничены, их резервы распределены в мире очень неравномерно, что в ряде случаев приводит к политической напряженности между странами.

По недавним расчетам ВР отношение разведанных в мире запасов нефти к ее ежегодному потреблению по состоянию на 2008 г. составляет около 40 лет, природного газа - 60 лет, угля - около 120 лет.

Эти оценки из года в год изменяются в связи с открытием и началом освоения новых месторождений, однако ясно, что это не может продолжаться слишком долго.

Вместе с тем ключевая проблема - мир «несправедливо» разделен на страны экспортеры и импортеры энергетических ресурсов (рис. 15).

Примерное относительное распределение разведанных запасов нефти, природного газа и угля по основным регионам мира приведено на рис. 17-19.

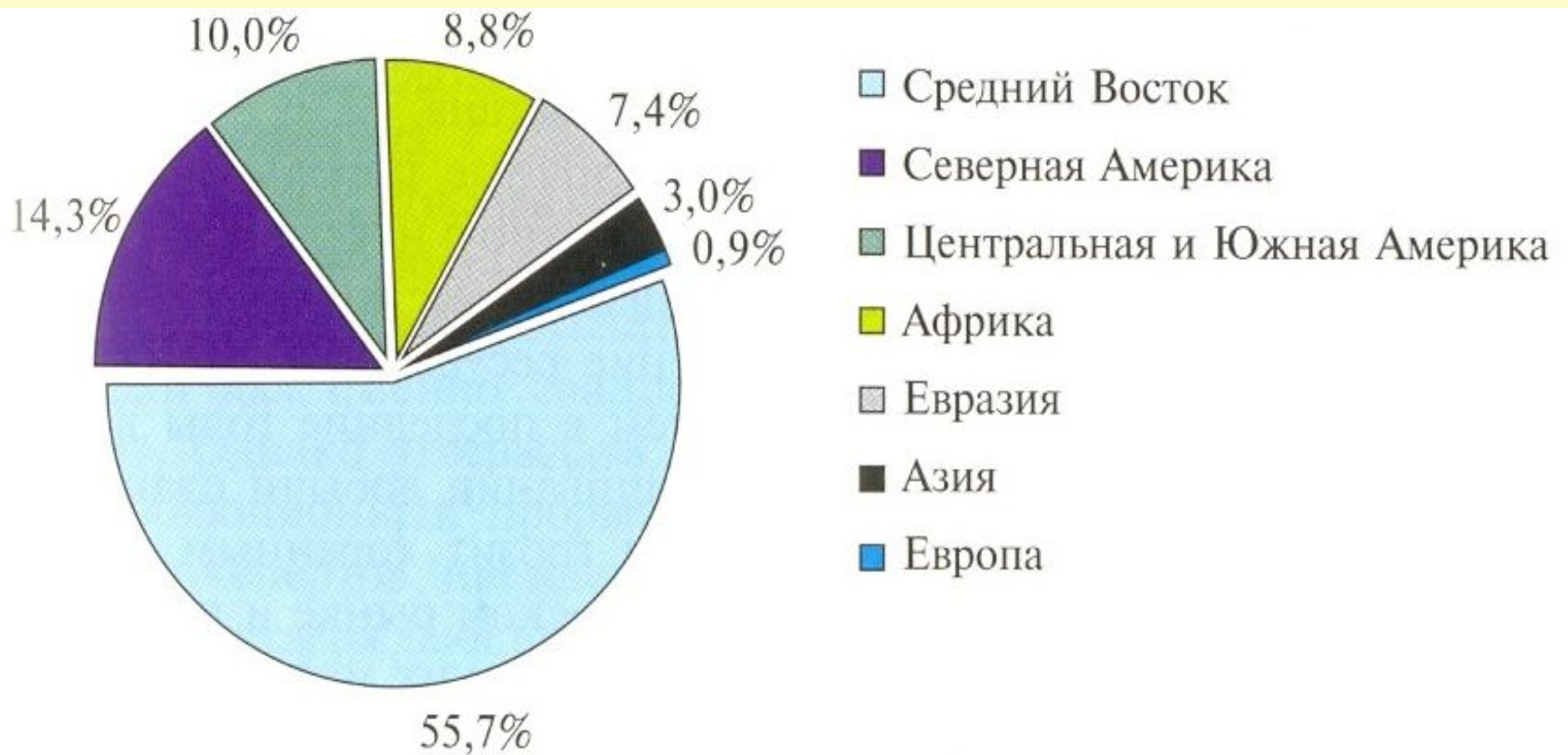


Рис. 16. Резервы нефти по регионам в % от мировых.

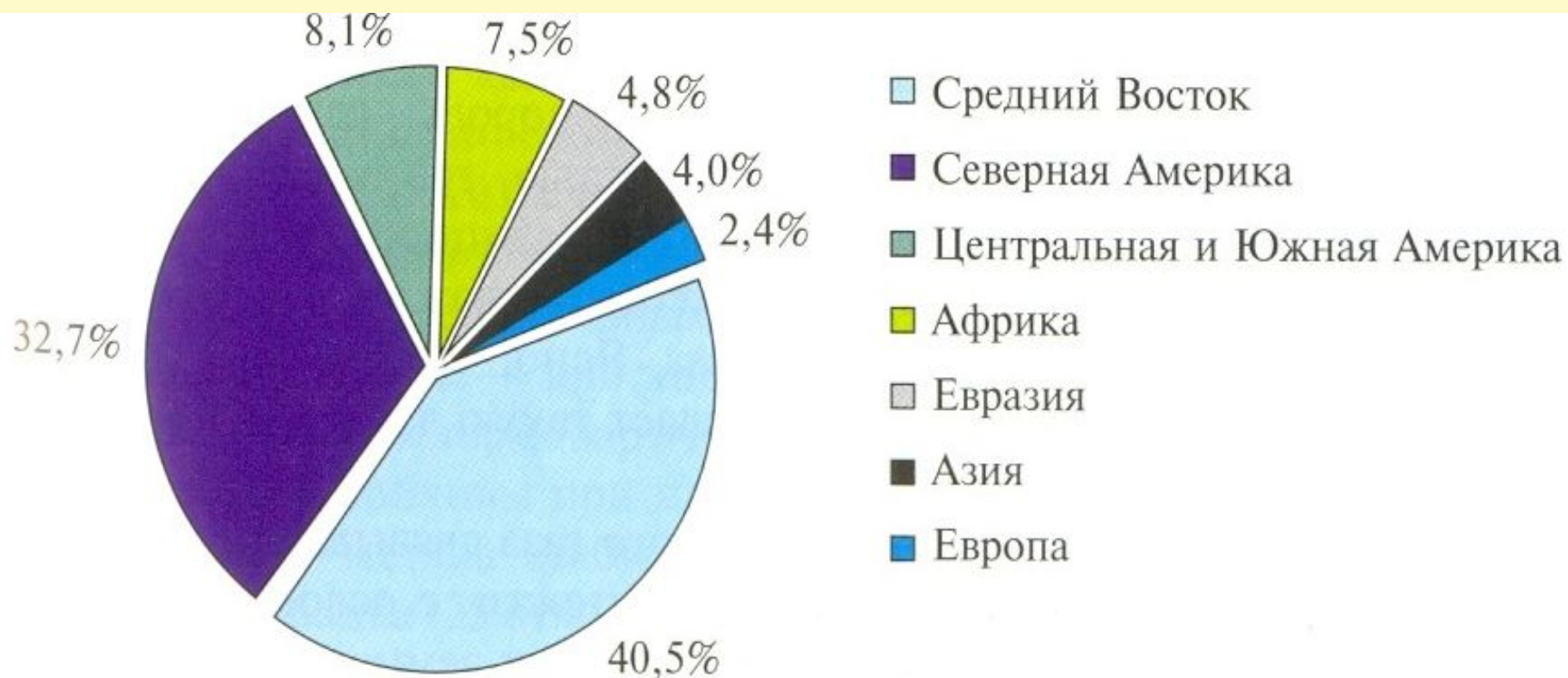


Рис. 17. Резервы природного газа по регионам в % от мировых.

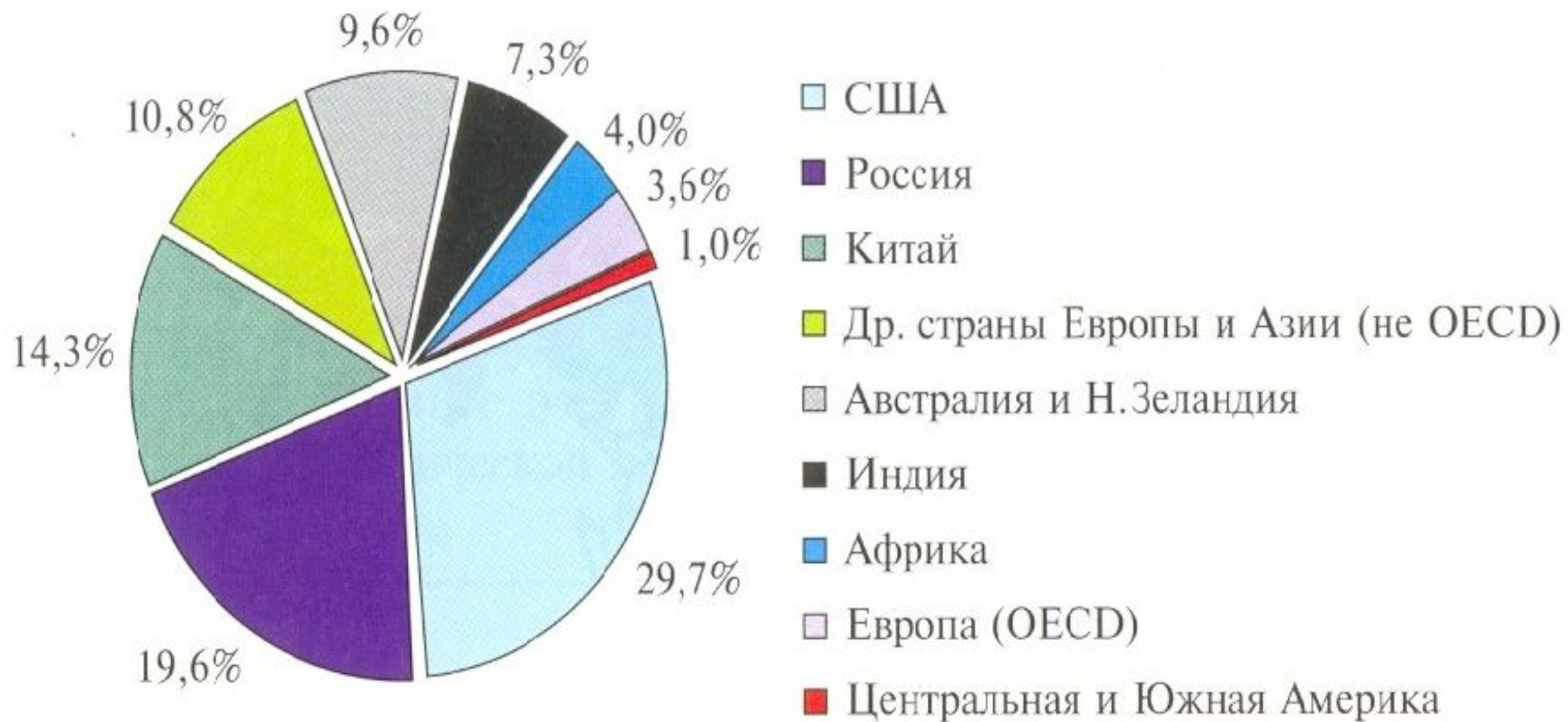


Рис. 18. Резервы угля по регионам в % от мировых..

Заключение. Сложившийся в мире энергетический баланс характеризуется неустойчивостью, это стало проявляться в мировых энергетических и финансовых кризисах.

Многие страны и целые регионы находятся в сильной зависимости от надежности и стабильности поставок энергоресурсов из других регионов.

Первое серьезное потрясение энергетического рынка произошло в середине 70-х годов XX века, когда цены на нефть резко выросли с единиц долларов за баррель до 15—20 долл.

«Энергетический кризис» привел к пересмотру отношения к использованию топлива и энергии во многих странах мира.

Были начаты активные разработки крупных национальных и международных программ энергосбережения и повышения эффективности использования энергии, получили ускоренное развитие технологии преобразования ВИЭ.

К концу XX века мировая экономика адаптировалась к новому уровню цен на энергию, но в связи с быстрым прогрессом крупных развивающихся стран (Китай, Индия, Бразилия и др.), энергетический рынок вновь подвергся потрясению (рис. 21).

К концу XX века мировая экономика адаптировалась к новому уровню цен на энергию, но в связи с быстрым прогрессом крупных развивающихся стран (Китай, Индия, Бразилия и др.), энергетический рынок вновь подвергся потрясению (рис. 21).

Цены на нефть к 2008 г. выросли выше 100 долл./барр. и достигли в июле 2008 г. рекордного значения 140 долл. Далее цены опустились до уровня 100 долл./барр и держались на этом уровне вплоть до августа 2014 г.



Рис. 21. Изменение спроса и цен на нефть на мировом рынке в 2004-2008 гг.

Рост цен на органическое топливо, в сочетании с растущей озабоченностью мировой общественности изменением климата, обусловленным эмиссией CO₂ и другими вредными воздействиями традиционной энергетики на окружающую среду, неизбежно должен привести к существенному изменению топливно-энергетического баланса планеты и к сокращению долей потребления нефти, газа и угля.