

---

---

# ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

---

---

## ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ: ОПЫТ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА\*

Малков С. Ю., Билюга С. Э., Власова А. Ю.\*\*

*В статье рассмотрены энергоэкологические проблемы современного глобального развития. Показано, что в настоящее время возникла противоречивая ситуация, поскольку развивающиеся страны нуждаются в увеличении темпов экономического роста и повышении доходов населения, но их усилия в этом направлении объективно приводят к увеличению выбросов CO<sub>2</sub> и нарастанию экологических проблем. В свою очередь, развитые страны, используя передовые технологии, активно внедряют экологичные производства на своей территории, переводя «грязные» производства в периферийные страны. Поэтому введение жестких экологических стандартов объективно играет на руку развитым странам, так как создаст дополнительные ограничения для развивающихся стран. Это ставит перед последними важную и сложную задачу освоения, внедрения и развития современных технологий, обеспечивающих энергосбережение и снижающих экологическую нагрузку на окружающую среду, при сохранении высоких темпов экономического роста.*

**Ключевые слова:** энергоэкологические проблемы, экология, глобальная проблема, количественный анализ, статистический анализ данных.

*In the article the energy-ecological problems of the contemporary global development are discussed. It is shown that there was now a contradictory situation, since developing countries need to increase economic growth and raise incomes, but their efforts in this direction objectively lead to increased CO<sub>2</sub> emissions and increasing ecological problems. In turn, the developed countries, using advanced technology, actively develop eco-friendly production on its territory, transferring dirty production in peripheral countries. Therefore, the introduction of stringent ecological standards objectively plays in favor of developed countries, because it creates additional constraints for developing countries. This poses a challenge for developing countries is an important and difficult task for the development and implementation of advanced technologies for energy saving and reducing the ecological burden on the natural environment, while maintaining high rates of economic growth.*

**Keywords:** energy-ecological problems, ecology, global problem, quantitative analysis, statistical data analysis.

---

\* Исследование выполнено при поддержке РФФИ (проект № 14-11-00634).

\*\* Малков Сергей Юрьевич – д. т. н., профессор факультета глобальных процессов МГУ имени М. В. Ломоносова. E-mail: s@malkov.org.

Билюга Станислав Эдуардович – аспирант факультета глобальных процессов МГУ имени М. В. Ломоносова. E-mail: sbilyuga@gmail.com.

Власова Анна Юрьевна – бакалавр факультета глобальных процессов МГУ имени М. В. Ломоносова. E-mail: deanventure94@gmail.com.

## Введение

Развитие мировой экономики, ставшее в современную эпоху глобальным, сопряжено с серьезными рисками. Основные из них – истощение невозобновляемых природных ресурсов и экологические катастрофы, которые в первую очередь связаны с увеличением частоты ураганов, засухи, наводнений, затоплений ряда прибрежных территорий за счет подъема уровня океана, снижением урожайности. Изучение энергоэкологических ограничений на глобальном уровне началось с первых исследований Римского клуба и создания моделей глобального развития. Данные модели включали в себя ресурсные и экологические показатели. Из предложенных возможных сценариев наиболее верным оказался инерционный сценарий, то есть за почти полвека после публикации первых докладов Римского клуба глобальное развитие продолжает идти в рамках намеченного тренда, а усилия мирового сообщества не привели к сколько-нибудь заметным улучшениям. Однако с этого времени появляется осознание необходимости экологического мышления для выживания всего человечества.

Глобализация, которая происходит в таких сферах мировой общественной жизни, как политика, экономика и финансы, в полной мере затрагивает и энергетику.

Одна из приоритетных задач, стоящих перед мировым сообществом, – создать систему глобальной энергетики, позволяющую без перебоев снабжать энергетическими ресурсами широкие слои населения во всем мире по ценам, которые будут экономически обоснованы; в долгосрочной перспективе обеспечивать стабильность мировых и региональных энергетических рынков; стремиться к полной экологической безопасности.

Активное энергопотребление является неотъемлемой частью развития мировой экономики. Растет потребность мирового хозяйства как в природных энергетических ресурсах, так и в нетрадиционных видах энергии.

Масштабы производств в отраслях энергетики ряда стран выросли в середине XX в., причем сохранилось неравномерное размещение основных производителей и потребителей энергетических ресурсов. Все это привело к тому, что международная торговля энергоресурсами резко выросла, сформировались межстрановые, региональные энергетические рынки, а по нефти – и мировой рынок [Коржубаев и др. 2006].

1970–1990-е гг. стали кризисными для мировой экономики и ее энергетического сектора в части перестройки сложившихся энергетических рынков. Первым был трансформирован нефтяной рынок с его монопольной структурой. Из-за масштабов его развития и диверсификации, интернационализации и последующей глобализации нефтяных операций произошел переход от монополии к конкурентной структуре в нефтяном бизнесе. Эта трансформация потребовала новых эффективных инструментов по его регулированию и современных механизмов по снижению рисков (включая инвестиционную деятельность в условиях роста капиталоемкости новых проектов).

Характер этих инструментов и механизмов стал менее политизированным и более соответствующим международным нормам хозяйственного права. Схожий сценарий наблюдается и на рынках других энергоресурсов (правда, с соответствующим запаздыванием).

Цель этих процессов – создать единый мировой энергетический рынок, существующий по единым правилам игры, основанный на принципах экономической конкуренции. Единая мировая система газоснабжения пока не сформирована.

Так как единая мировая система энергоснабжения отдельными энергоресурсами отсутствует, сроки, в которые региональные системы энергоснабжения откажутся от монопольной структуры организации рынка и перейдут к конкурентной, могут быть абсолютно разными [Байков, Безмельницына 2003: 44–52].

Сейчас мировую систему энергоснабжения формирует только нефтяной рынок. Рынки газа (в том числе рынок сжиженного природного газа) развиваются только в пределах региональных систем, они пока не достигли уровня интеграции региональных газовых сетей. В основном сейчас их развитие базируется (кроме стран Юго-Восточной Азии) на сетевом газе.

При этом у газового рынка достаточно мобильный характер, он отличается высокими темпами развития. Рынки газа США, Великобритании уже перешли к конкурентной структуре, аналогичные рынки формируются в Евросоюзе на базе «Европейской директивы по газу».

Развитие энергетики в США регулирует рынок, работа частных компаний всячески поощряется [Коржубаев 1998: 127–135]. Это позволяет развивать альтернативные источники энергии и чистые технологии. Благодаря расширению партнерства между частными компаниями появляются условия для новых прорывов на рынке.

Рынки отдельных энергоресурсов формируются различными темпами и с разными масштабами. Но существуют единые тренды в формировании энергетических рынков.

Основа одного из определяющих трендов – конкурентная организация в рыночном энергетическом пространстве. В 2000–2010-х гг. стало понятно, что невозможно выйти на современные уровни в энергопотреблении и энергопроизводстве (а это значит – обеспечить надежный, бесперебойный и эффективный уровень энергоснабжения), используя инструменты монопольного рынка.

Это привело к тому, что стратегия развития рынков, в основе которой лежит «энергетическая независимость», уступила место стратегии, базирующейся на «энергетической взаимозависимости» между основными игроками энергетических рынков.

Основные игроки: государства-потребители, страны-производители, крупнейшие энергетические и финансовые компании, различные международные институты – пришли к смене стратегических интересов и стратегии поведения.

По мере того как возрастало количество субъектов энергетического рынка, начала расти роль коллективных договоренностей между группами игроков. Цель таких соглашений – коллективный баланс интересов всех участников международных энергетических рынков, их основа – международное право.

Обострение конкуренции внутри энергетических рынков в условиях глобализации способствует тому, что расширяются международное взаимодействие и межгосударственное регулирование. Развитие единого энергетического рынка требует унификации правовых механизмов его регулирования (поскольку ВТО не действует на энергетических рынках).

В деле формирования общих «правил игры» возросла роль не только двусторонних договоров и соглашений, но и главным образом многосторонних догово-

ров. Пока они действуют в основном в отдельных регионах из-за технологических и экономических ограничений в развитии рынка одного из видов энергоресурсов. С выходом России на мировые энергетические рынки связано ускорение их структурных преобразований и правил, особенно это коснулось нефтяных рынков, газовых и нефтеперерабатывающих.

Европейский энергетический рынок особенно подвергся этим преобразованиям. Россией был активно обозначен стратегический курс, направленный на развитие широкой интеграции в энергетике, и фактически заданы тренды ее развития в различных направлениях. Цель российского бизнеса в сфере энергетики заключается в том, чтобы РФ стала глобальным игроком на энергетическом рынке. Россия должна больше уделять внимания долгосрочным вопросам своего присутствия на внешних рынках в условиях глобализации мировой экономики и энергетики.

В таких условиях наша страна может выступить как стабилизатор мирового энергетического рынка, так как другие нефтедобывающие регионы планеты слишком нестабильны. Для того чтобы выполнить эту функцию, Россия должна содействовать выработке мировой системы взаимных гарантий (речь идет как о поставках энергоносителей, так и о спросе на них).

Сейчас глобальная энергетическая безопасность сталкивается с угрозой роста энергопотребления, превосходящего предложение [Шохин 2006]. Для устранения этой угрозы на национальном уровне должна быть создана система, поощряющая инвестиции в ТЭК, которая стала бы стимулом иностранного инвестирования в области мировой энергетики.

Глобальная энергетика сталкивается с проблемами системного характера [Глобальная... 1985]. Среди них следующие проблемы:

- а) расширяется масштаб энергетической системы, глобализируются энергетические рынки;
- б) возникает угроза возникновения дисбаланса между растущим спросом и предложением, главным образом в нефтяной отрасли;
- в) мировые нефтяные цены неустойчивы, завершается эпоха дешевых нефти и газа;
- г) мировая энергетическая инфраструктура непропорциональна в связи с тем, что ресурсная база углеводородов сконцентрирована в районах, которые удалены от основных центров потребления (90 % мирового ВВП приходится на страны, импортирующие энергоресурсы);
- д) растет риск природных и техногенных катастроф и аварий, причиной которых могут быть террористические акции и диверсии;
- е) топливно-энергетический сектор экономики негативно влияет на окружающую среду;
- ж) широкая энергетическая бедность (около 2 млрд человек на планете не могут пользоваться энергетическими ресурсами по техническим и экономическим причинам).

В 1972 г. в Стокгольме под эгидой ООН прошла Первая международная конференция по проблемам окружающей среды под девизом «Мыслить глобально, действовать локально». Итогом первой конференции послужила Программа ООН по окружающей среде [Программа ООН...], в рамках которой были реализованы проекты, связанные с исследованием ряда глобальных проблем.

В 1987 г. был опубликован доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [Доклад...], который положил начало

формированию концепции устойчивого развития. Позднее на этой базе была сформулирована и одобрена на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.) общемировая (глобальная) стратегия развития цивилизации. Конференция способствовала превращению концепции устойчивого развития в приоритетный тренд разработки глобальных исследований.

Однако, несмотря на эти и последующие конференции, до сих пор не выработано единой стратегии или единого подхода к данной проблематике. Это означает, что энергоэкологические проблемы с каждым годом будут только усиливаться, а международная координация по их решению фактически не работает. Это связано с тем, что в мире есть как минимум две группы государств с разнонаправленными интересами – развитые и развивающиеся страны. В развитых странах ведется активная дискуссия о необходимости введения экологических стандартов, об энергоэффективных технологиях и альтернативной энергетике. В развивающихся главным на повестке дня стоит вопрос экономического развития с целью попасть в группу развитых, при этом энергоэкологическая проблематика отодвигается на второй план.

Так, например, Киотским протоколом установлено, что совокупный средний уровень 6 типов газов должен снизиться на 5,2 % [Пискулова 2006]. Самым действенным инструментом в рамках этого протокола является торговля эмиссионными квотами. То есть государства, обладающие лишними квотами на выброс парниковых газов, могут продавать их тем странам, которые превысили лимит выбросов. Так, квоты Украины купила Япония. Россия не стала в этом участвовать и продавать свои квоты, отложив данный вопрос на будущее.

Итак, экологический фактор в мировой энергетике играет сегодня важную роль. Но несмотря на то, что проблема экологии обсуждается и на международном, и на национальном уровнях, действия государств не являются достаточно эффективными. В рамках международного сообщества необходимо разработать новый документ о сотрудничестве стран в этой сфере, а национальным правительствам эффективнее реализовывать на практике принципы энергоснабжения и энергоэффективности: энергопотребление неуклонно растет, а доля альтернативных видов энергии остается невелика.

Мировая нефтяная и газовая промышленность обеспечены доказанными запасами до 2030 г. с перспективой продления этого срока до 2050 г. Извлекаемые ресурсы обеспечивают возможность значительного роста добычи природного газа в перспективе 50–60 лет, а для нефти – выхода на длительное плато. Положение с запасами и ресурсами нефти является существенно более напряженным, чем для природного газа. Переход к добыче неконвенциональных видов нефти приведет к существенному росту издержек, в то время как для природного газа рост будет более медленным, а в некоторых случаях издержки могут даже снижаться. Между тем для мировой нефтяной промышленности переход к неконвенциональным запасам является более близкой и острой проблемой. Следовательно, для мировой нефтегазовой промышленности действительно актуальной является не проблема физической нехватки ресурсов, а проблема роста издержек на их добычу из-за истощения легкоизвлекаемых и удобно расположенных запасов. Этот фактор будет усиливать напряженность в отрасли и стимулировать развитие других видов энергетики. Угольная отрасль не сталкивается с ресурсной проблемой. В атомной энергетике перспективы использования ресурсного потенциала решающим образом зависят от создания реакторов на быстрых нейтронах, позволяю-

щих использовать уран-238. Такой переход позволит использовать 99 % природных ресурсов урана и радикально поднять обеспеченность запасами с современного достаточно низкого уровня, но пока приходится сталкиваться со значительными техническими сложностями. Ресурсный потенциал возобновляемой энергетики очень велик, но возможности его использования ограничены существующим уровнем технологий. По мере их развития современная крайне низкая доля экономических ресурсов в общем потенциале будет быстро расти. Таким образом, все отрасли энергетики на современном технологическом уровне сталкиваются с определенными ресурсными проблемами. Технологический фактор является решающим для преодоления этих трудностей, особенно в возобновляемой энергетике.

На современном этапе потенциал развития государств и цивилизаций в значительной степени зависит от природно-экологических факторов:

- наличия и уровня использования важнейших видов природных ресурсов, необходимых для производства и жизнеобеспечения людей, прежде всего энергоресурсов;
- уровня и динамики загрязнения окружающей среды, вредных выбросов, включая парниковые газы и твердые бытовые и производственные отходы;
- природно-климатических условий, подверженности природным и антропогенным бедствиям, уровня экологической безопасности для жизни людей.

В течение тысячелетий природный фактор был одним из двигателей прогресса цивилизаций. Каждая новая его ступень опиралась на вовлечение в производство новых естественных производительных сил, обеспечивающих рост производительности труда. Но в современную эпоху природно-экологический фактор все более становится ограничителем экономического роста и социального прогресса:

- исчерпываются запасы многих видов природных ресурсов – минеральных, земельных, водных, лесных, их вовлечение в воспроизводство требует растущей массы и доли затрат труда;
- загрязнение окружающей среды в ряде стран и регионов достигло критического уровня, растут экологические угрозы;
- учащаются природные и техногенные катастрофы, увеличивая число жертв и приводя к растущим материальным потерям.

В условиях глобализации, с одной стороны, усиливается объем взаимной торговли продукцией добывающих отраслей и их влияние на жизнеобеспечение и экологию, с другой – становится все более очевидной дифференциация природно-экологических условий развития разных стран и цивилизаций.

Динамичный рост мировой экономики в XX столетии был обеспечен возможностью использовать легкодоступную и дешевую энергию органического ископаемого топлива – угля, нефти и газа.

Нефть стала кровью современной экономики, основой функционирования транспортной системы, обеспечивающей непрерывный рост мировой торговли. Каменный уголь и природный газ используются для выработки электричества и тепла, а также для приготовления пищи. Все это так же важно для жизни современной цивилизации, как и глобальная транспортная сеть.

В книге Р. Хейнберга «Конец роста» [Хейнберг 2013: 228] указывается, что начиная с 1970 г. рецессии в экономике случаются, когда цены на нефть достигают интервала 80–85 долларов за баррель с учетом инфляции или когда совокупная стоимость нефти для государства становится равна 5,5 % от ВВП. В фундаменталь-

ной работе «Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз» [Бушуев и др. 2013: 256] также отмечается, что допустимая доля затрат на покупку нефти в мировом ВВП должна быть в пределах 5 %. С другой стороны, нефтеемкость мировой экономики стабильно снижается как в развитых, так и в развивающихся странах. А это приводит к тому, что экономика легче приспосабливается к высоким ценам. Действительно, в настоящее время затраты мировой экономики на нефть находятся на уровне 5 % при ценах 100–110 долларов/баррель, тогда как в 1980 г. при таких же сравнительных ценах затраты были на уровне 7 % мирового ВВП [Там же: 50–51]. Утверждается также, что «возможности роста цен нефти» иссякают, как только доля расходов на энергию в ВВП превышает 10–11 % [Там же: 255].

С учетом уникальной роли нефтяного ресурса в экономике высокие цены на нефть не только сбивают спрос, они подрывают экономику в целом. Так было, например, в ходе первого нефтяного ценового шока 1973–1974 гг., вызванного четырехкратным повышением цен. Тогда доля затрат на потребление нефти в мировом ВВП выросла с 1 % до 4 %. Но в то время даже развитые государства не были готовы к перестройке своих экономик с расточительной модели энергопотребления к энергоэффективной модели. Результатом стал мировой экономический кризис 1975–1976 гг.

Именно в это время в развитых странах была запущена масштабная программа по разработке и применению энергосберегающих технологий, а также повышению эффективности использования энергии конечными потребителями. Она дала очень быстрый и масштабный результат. Действительно, когда в 1979–1980 гг. произошел второй нефтяной ценовой шок, вызванный пятикратным повышением цен до 41 долларов/баррель, и доля затрат на потребление нефти подскочила до исторического максимума, превышающего 7 % от ВВП, мировая экономика выстояла. Спрос на нефть и соответственно цены на нее начали снижаться, и последующие два десятилетия (1982–2002 гг.) цены на нефть колебались в комфортных для экономики пределах – 15–25 долларов/баррель, а доля затрат на нефть в мировом ВВП сохранялась на уровне 2 %. Однако в 2003 г. начался спекулятивный рост цен, что привело в 2008 г. к новому историческому максимуму – 147 долларов/баррель, а доля нефти в ВВП снова поднялась до 5 %. Тогда практически все развитые экономики стран ОЭСР рухнули. Спрос на нефть упал, что привело к резкому падению цен до 32 долларов/баррель уже к концу 2008 г. Затем цены на нефть поднялись и с середины 2009 г. по конец октября 2010 г. цена нефти марки Brent колебалась в диапазоне 70–90 долларов/баррель, который считался комфортным как для производителей, так и для потребителей нефти.

После мирового экономического кризиса 2008–2009 гг. страны – члены ОЭСР интенсифицировали практические меры по внедрению технологий, способствующих энергосбережению и повышению энергоэффективности производства. Так, например, с 2007 по 2010 г. они снизили потребление жидкого топлива с 49,5 до 45,4 млн баррелей в день. Но эта тенденция компенсируется ростом спроса со стороны развивающихся стран. В результате спрос на нефть стабилизировался. Последовавший в 2011 г. спекулятивный всплеск цен до 115–120 долларов/баррель показал, что это уже ложится неподъемным грузом на экономики большинства развитых и развивающихся стран, сдерживая экономический рост.

Что же касается добычи нефти, она достигнет своего пика предположительно в 2020–2030-е гг. [Плакаткин 2012: 80–83], а затем будет медленно снижаться

в течение всего XXI в. Доказанные запасы нефти составляют 150–180 млрд т, притом что к 2006 г. уже было добыто около 152 млрд т [Велихов и др. 2008: 12]. Доказанные мировые запасы угля превышают 900 млрд т. При нынешнем уровне добычи человечеству их хватит более чем на 200 лет. Доказанные запасы газа составляют 180 трлн м<sup>3</sup>, тогда как до сегодняшнего времени во всем мире добыто около 90 трлн м<sup>3</sup>. Имеющихся запасов газа хватит на 100 лет [Там же].

Смогут ли другие источники энергии заменить ископаемое органическое топливо? Вот какой ответ на этот вопрос дает уже упомянутый Р. Хейнберг: «Полная замена энергии, в настоящее время вырабатываемой из ископаемого топлива, энергией альтернативных источников, вероятно, невозможна в краткосрочной перспективе. Нереально ожидать этого даже в долгосрочной перспективе» [Хейнберг 2013: 162]. Действительно, эффективных заменителей нефтепродуктам сегодня и в ближайшие десятилетия не предвидится. Для того чтобы индустриальное общество могло успешно развиваться, ему нужны первичные источники энергии с минимальной энергетической рентабельностью 10:1. В свои лучшие времена нефть давала энергетическую рентабельность порядка 100:1, а, например, такой заменитель нефти, как биотопливо, имеет энергетическую рентабельность порядка 1:1 [Там же: 214]; поэтому оно может заменять нефть только в экстренных случаях, но не систематически.

Таким образом, ожидать падения спроса на нефть в обозримом будущем не приходится. Скорее всего, уровень потребления стабилизируется, вероятен даже локальный рост в случае ускорения экономического роста в ряде растущих экономик.

Глобальной тенденцией является рост потребления энергии – как абсолютно, так и на душу населения. За 21 год потребление энергии в мире выросло на 48 %, на душу населения – на 14 %. Это сопровождалось опережающим ростом выбросов двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) в атмосферу – на 51 %, на душу населения – на 17 %. Лидерами здесь являются Китай и Индия, увеличившие выбросы CO<sub>2</sub> соответственно в 3,4 раза и в 2,9 раза. В то же время Германия сумела снизить выбросы CO<sub>2</sub> за тот же период на 20 %.

Учитывая, что ископаемое топливо (а оно занимает более 80 % в мировом балансе потребления энергии) невозобновляемо, его добыча, переработка и транспортировка обходятся все дороже, в перспективе (до середины XXI в.) вырисовываются контуры глобальной энергетической катастрофы: исчерпание извлекаемых запасов нефти и истощение наиболее богатых месторождений газа, сокращение добычи и потребления энергоресурсов, их дальнейшее удорожание, энергетический голод во все большем числе стран и цивилизаций.

Энергетическая катастрофа дополнится экологической. В результате роста выбросов парниковых газов, освоения энергоресурсов Арктики и шельфа морей, изменения климата и таяния ледников в Арктике и Антарктиде нарастает опасность повышения до критического уровня температуры, подъем уровня Мирового океана и затопление прибрежных городов.

Все это свидетельствует о необходимости выработки и реализации глобальной долгосрочной энергоэкологической стратегии, способной переломить крайне опасные тенденции.

В странах БРИКС объем потребления энергии (4620 млн т н. э.) несколько меньше объема производства (4700 млн т н. э.), что дает возможность самообес-

печения энергией за счет внутренних взаимных поставок. В то же время по «Группе семи» объем потребления энергии (3625 млн т н. э.) на 36 % превышает объем производства (2667 млн т н. э.), что требует значительного объема импорта энергии. В результате закрытия АЭС Германии и Японии дефицит энергии возрастет. Перекрыть его за счет увеличения добычи сланцевого газа вряд ли реально, тем более что это связано с нарастанием экологических угроз. Поэтому позиции БРИКС на мировом энергетическом рынке будут укрепляться.

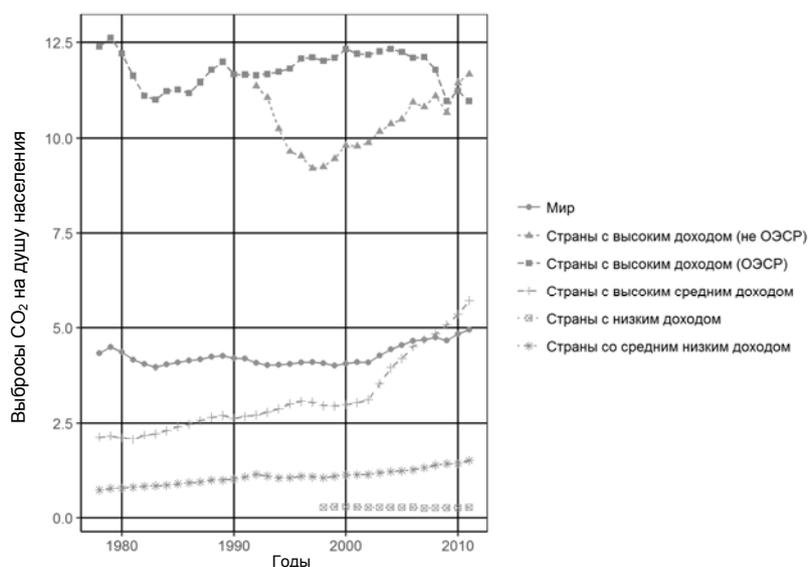
Восходящая дюжина выступает как чистый экспортер энергии, особенно Россия (80 % к собственному потреблению энергии), Индонезия (89 %), Иран (67 %), Вьетнам (9 %) и Мексика (23 %). В то же время некоторые страны являются чистыми импортерами энергии (Индия – 28 %, Китай – 11 %, Республика Корея – 82 %, Турция – 71 %), причем импорт будет нарастать. Сейчас эта группа стран лучше обеспечена энергетическими ресурсами. Значительные объемы мировой природной ренты получают Россия, Индонезия, Иран, Вьетнам. Однако в перспективе, при опережающих темпах экономического роста и исчерпанию лучших месторождений, масштабы экспорта энергии и ренты будут сокращаться, а потребность в импорте – нарастать. Поэтому данные страны не меньше, чем страны первой группы, заинтересованы в освоении энергосберегающих, экологически чистых технологий, в разработке и реализации направленной на это долгосрочной энергоэкологической стратегии, в том числе при освоении энергоресурсов Арктики. В этом основа для глобального энергоэкологического партнерства двух групп стран.

Международная торговля природными ресурсами является источником мировой природной ренты, которая в 2012 г., по расчетам Всемирного банка, достигла 5,1 % мирового ВВП (3 трлн 718 млрд долларов), в том числе нефтяная рента – 3,2 %, газовая – 0,4 %, угольная – 0,4 %, горнорудная – 0,7 %, лесная – 0,3 %. Россия, Бразилия и ЮАР получают значительный ресурс развития за счет поступлений мировой ренты. В то же время нужно учитывать, что запасы минеральных ресурсов невозобновляемы и необходимо проводить более активную политику ресурсосбережения и сокращения загрязнения окружающей среды с учетом интересов будущих поколений.

Итак, развитие мировой энергетики порождает комплекс экологических проблем, которые могут носить как глобальный, так и локальный характер. Они оказывают все возрастающее воздействие на развитие мировой энергетики. В 2020–2050-х гг. экологические проблемы могут стать центральными в системе государственного регулирования энергетики.

По нашему мнению, при анализе и моделировании энергоэкологических проблем целесообразно разделять страны на развитые и развивающиеся. Использование современных статистических данных позволит выявить связи между различными показателями, связанными с энергоресурсами и экологией, а также найти возможные пути решения энергоэкологических проблем глобального развития.

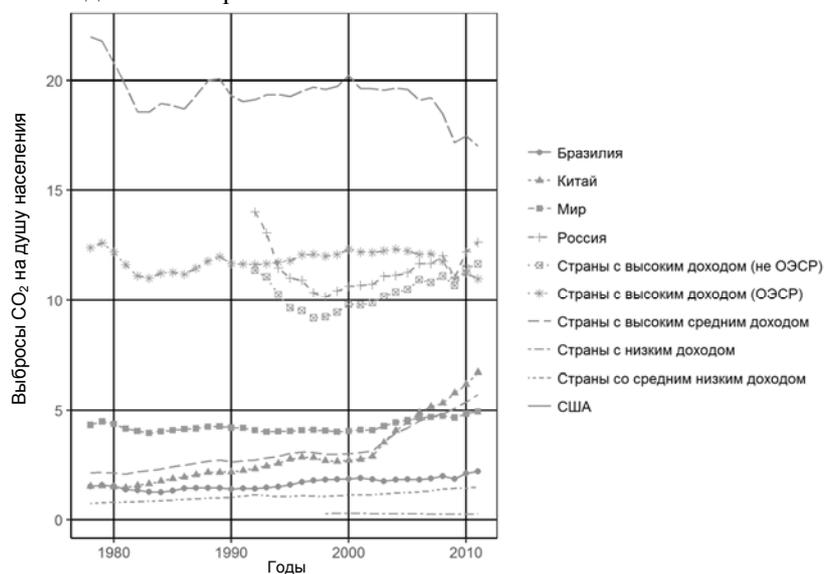
Прежде всего необходимо рассмотреть общие тенденции динамики выбросов CO<sub>2</sub> по категориям стран, которые использует Всемирный Банк: страны с низким средним уровнем доходов, страны с высоким средним уровнем доходов, страны с высоким доходом, но не члены ОЭСР, страны с высоким доходом – члены ОЭСР и мир в целом (см. рис. 1).



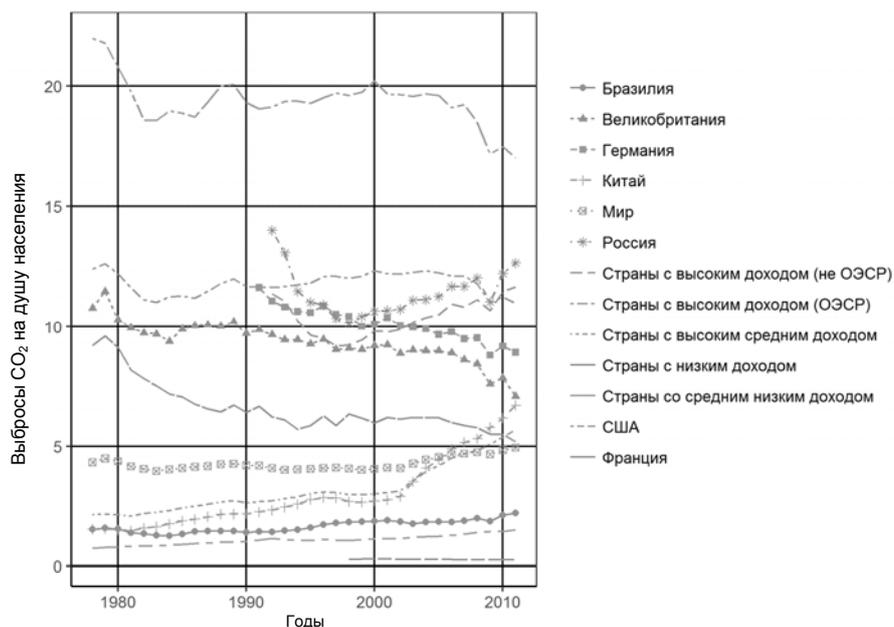
**Рис. 1.** Динамика выбросов  $\text{CO}_2$  на душу населения в год (отн. ед.) по различным категориям стран (по базе данных World Bank), 1978–2011 гг.

Как видно на рис. 1, на протяжении всего рассматриваемого периода самый большой вклад в загрязнение нашей планеты делают страны с высоким доходом. Однако на протяжении последних 7 лет страны со средним доходом сделали существенный скачок по этому показателю (рост 130 % за 7 лет).

На рис. 2 и 3 в дополнение к данным, представленным на рис. 1, приведены данные по отдельным странам.



**Рис. 2.** Динамика выбросов  $\text{CO}_2$  на душу населения в год (отн. ед.) по отдельным странам и категориям стран (по базе данных World Bank), 1978–2011 гг.



**Рис. 3.** Динамика выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения в год (отн. ед.) по отдельным странам и категориям стран (по базе данных World Bank), 1978–2011 гг.

Примечательно, что США и Великобритания, судя по графикам, уже начали переход на энергосберегающие и экологичные производства, в то время как другие страны, например КНР и РФ, продолжают осуществлять экономический рост экстенсивными методами, что напрямую влияет на загрязнение планеты.

На следующем шаге было проверено, какие из следующих факторов: ВВП на душу населения<sup>1</sup>, энергопотребление на душу населения<sup>2</sup>, электропотребление на душу населения<sup>3</sup>, численность населения<sup>4</sup>, конечные расходы домашних хозяйств<sup>5</sup> – непосредственно влияют на выбросы углекислого газа<sup>6</sup> по различным категориям стран. В качестве основного метода тестирования использовался классический линейный корреляционный анализ. Анализировались данные за 1978–2011 гг. Результаты анализа представлены на рис. 4–7.

<sup>1</sup> World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/GDP.per.capita.constant.2000.usd> (дата обращения: 24.03.2016).

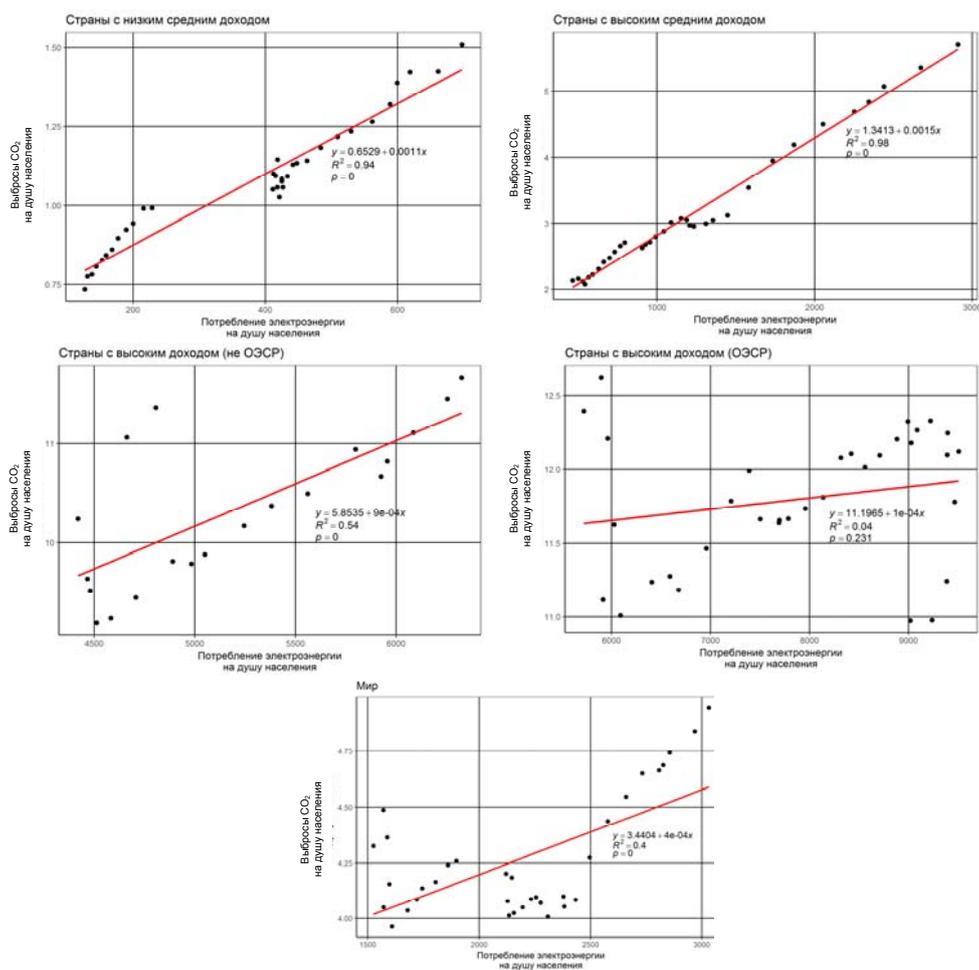
<sup>2</sup> World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE> (дата обращения: 24.03.2016).

<sup>3</sup> World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC> (дата обращения: 24.03.2016).

<sup>4</sup> World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (дата обращения: 24.03.2016).

<sup>5</sup> World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.PC.KD> (дата обращения: 24.03.2016).

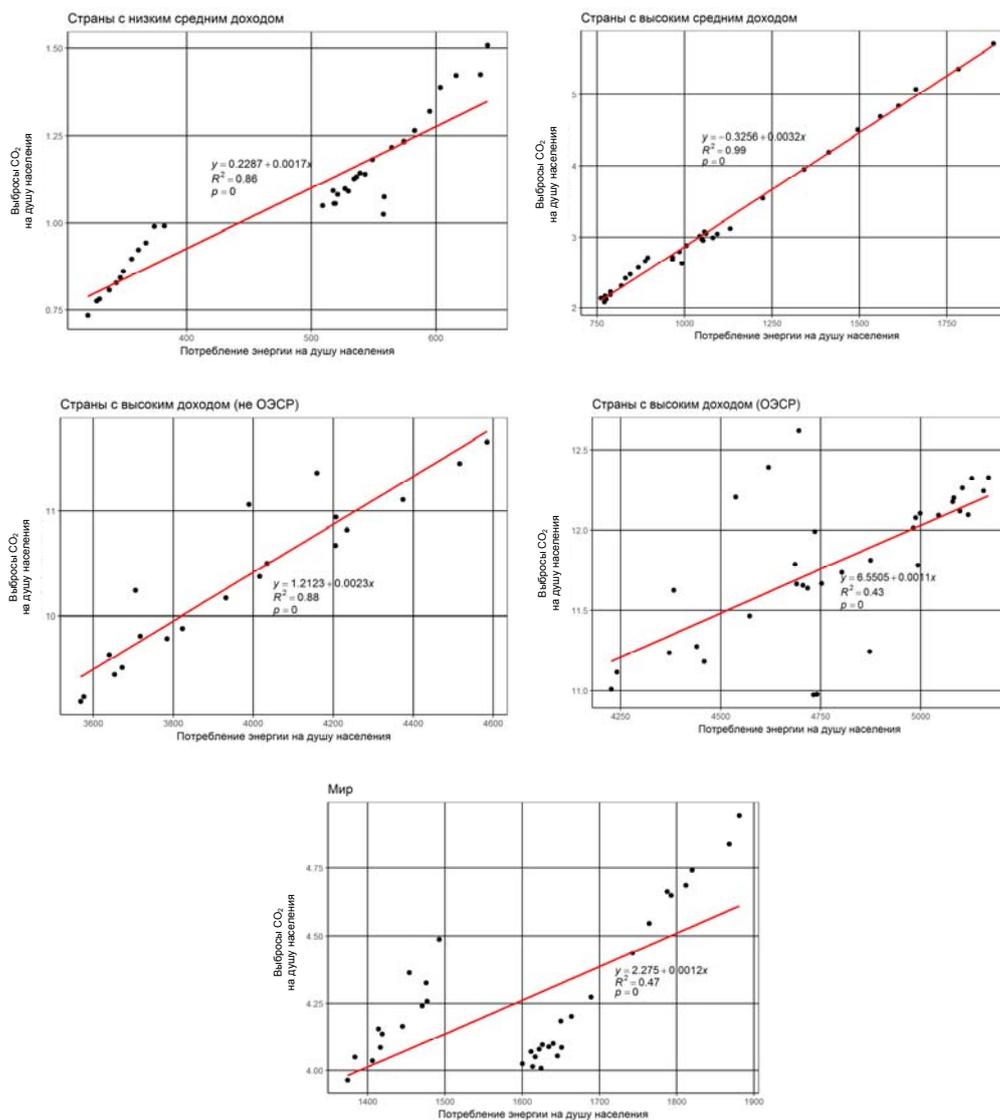
<sup>6</sup> World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC> (дата обращения: 24.03.2016).



**Рис. 4.** Корреляции между средним значением потребления электроэнергии на душу населения в год (кВт·ч) и средним значением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения в год (тонн) по странам с различным уровнем доходов (по базе данных World Bank, 1978–2011 гг.). Диаграмма рассеивания с наложенной линией регрессии

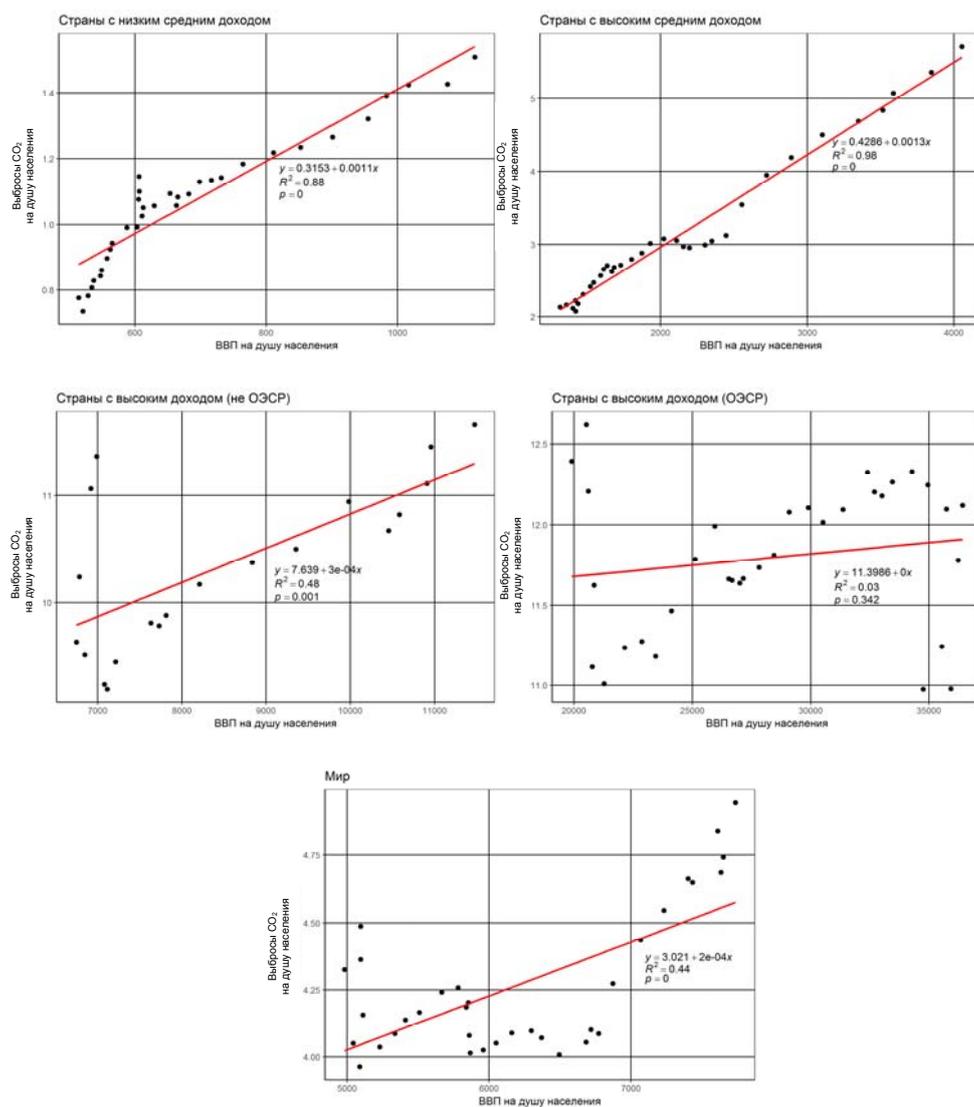
Из рис. 4 видно, что зависимость между потреблением электроэнергии и выбросами CO<sub>2</sub> увеличивается по нарастающей до категории стран со средним уровнем дохода, включая ( $R^2 = 0,98$ ), и постепенно снижается, доходя до уровня статистически незначимого влияния ( $R^2 = 0,04$ ).

Аналогичная ситуация при рассмотрении потребления энергии на душу населения как фактора, оказывающего влияние на выбросы CO<sub>2</sub> (рис. 5).



**Рис. 5.** Корреляции между средним значением потребления энергии на душу населения за год (кг в нефтяном эквиваленте) и средним значением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения в год (тонн) по странам с различным уровнем доходов (по базе данных World Bank, 1978–2011 гг.).  
 Диаграмма рассеивания с наложенной линией регрессии

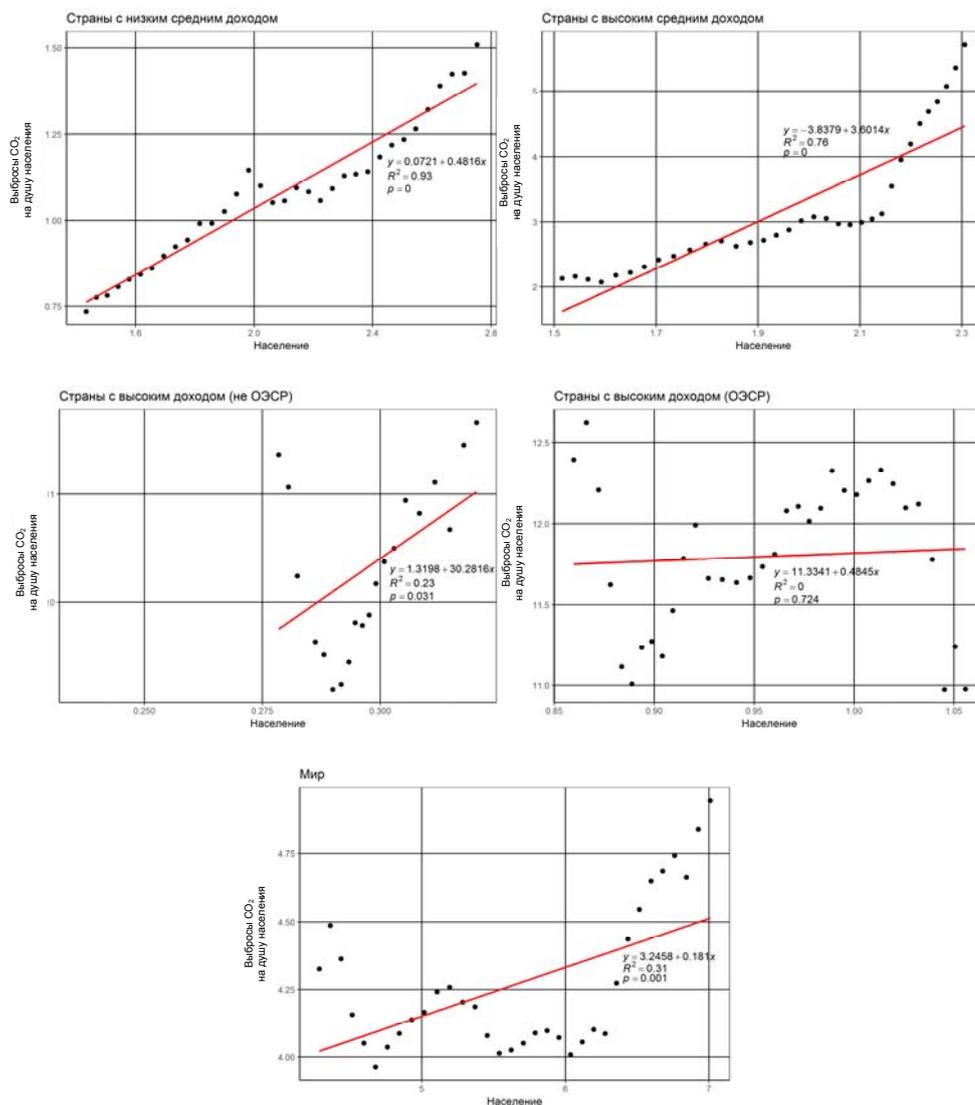
На рис. 6 представлены данные о связи уровня доходов населения с выбросами CO<sub>2</sub>.



**Рис. 6.** Корреляции между средним значением ВВП на душу населения (доллары США) и средним значением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения в год (тонн) по странам с различным уровнем доходов (по базе данных World Bank, 1978–2011 гг.).

Диаграмма рассеивания с наложенной линией регрессии

Альтернативной гипотезой может послужить допущение, что количество населения, а не ВВП на душу населения оказывается ключевым фактором, влияющим на выбросы CO<sub>2</sub> (рис. 7).



**Рис. 7.** Корреляции между средним значением населения (млрд человек) и средним значением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения в год (тонн) по странам с различным уровнем доходов (по базе данных World Bank, 1978–2011 гг.).

Диаграмма рассеивания с наложенной линией регрессии

Как показывает рис. 6, численность населения является значимым фактором только для категории стран с низким средним доходом.

Итак, приведенные на рисунках данные позволяют сделать следующие выводы:

– в странах с низкими и средними доходами экономический рост, повышение уровня жизни населения сопровождаются увеличением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения. Это отражает тот факт, что в данных странах экономическое развитие ведется в основном экстенсивным образом, на основе расширения индустриаль-

ного производства, повышения общего энергопотребления, ведущего к повышению экологического давления на окружающую среду. Ухудшение экологии является в этих странах ценой, которую они платят за экономическое развитие;

– в странах ОЭСР с высокими доходами (особенно в США и Великобритании) экономическое развитие сопровождается снижением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения. Это отражает тот факт, что данные страны, с одной стороны, активно внедряют энергосберегающие технологии (особенно интенсивно это внедрение происходило в конце 70-х – начале 80-х гг. во время энергетического кризиса, а также в последнее десятилетие), с другой стороны, смещают приоритеты с развития промышленного производства на развитие сферы услуг, осуществляя переход от индустриального к постиндустриальному обществу.

Таким образом, в настоящее время возникла противоречивая ситуация. Действительно, развивающиеся страны нуждаются в увеличении темпов экономического роста и повышении доходов населения, но их усилия в этом направлении объективно приводят к увеличению выбросов CO<sub>2</sub> и нарастанию экологических проблем. В свою очередь, развитые страны ОЭСР, используя передовые технологии, активно развивают экологичные производства на своей территории, переводя «грязные» производства в периферийные страны. Поэтому введение жестких экологических стандартов объективно сыграет на руку развитым странам, поскольку создаст дополнительные ограничения для развивающихся стран. Это ставит перед развивающимися странами важную и сложную задачу освоения, внедрения и развития современных технологий, обеспечивающих энергосбережение и снижающих экологическую нагрузку на окружающую среду, при сохранении высоких темпов экономического роста.

### *Литература*

Байков В. С., Безмельницына Г. В. Мировое потребление и производство первичных энергоресурсов // Мировая экономика и международные отношения. 2003. № 5. С. 44–52.

Бушуев В. В., Конопляник А. А., Миркин Я. М. Цены на нефть: анализ, тенденции, прогноз. М.: Энергия, 2013.

Велихов Е. П., Гагаринский А. Ю., Субботин С. А., Цибульский В. Ф. Эволюция энергетики в XXI веке. М.: ИздАт, 2008.

Глобальная энергетическая проблема / отв. ред. И. Д. Иванов. М.: Мысль, 1985.

Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (дата обращения: 05.07.2016).

Коржубаев А. Г. Государственное регулирование по-американски // ЭКО: Экономика и организация промышленного производства. 1998. № 2. С. 127–135.

Коржубаев А. Г., Миловидов К. Н., Эдер Л. В. Нефтегазообеспечение глобальной экономики: учеб. пособие. М.: Центрлитнефтегаз, 2006.

Пискулова Н. А. Киотский протокол: возможности для России. М.: МГИМО, WWF России, 2006.

Плавиткин Ю. А. Закономерности инновационного развития мировой экономики. Энергетические уклады XXI века. СПб.: Реноме, 2012. С. 80–83.

Программа ООН по окружающей среде [Электронный ресурс]. URL: <http://www.un.org/ru/ga/unep/> (дата обращения: 05.07.2016).

Хейнберг Р. Конец роста. Новая экономическая реальность. М. : Книжный клуб «Книговек», 2013.

Шохин А. Выступление на Международной конференции по энергетической безопасности. М., 2006.

World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank. [Электронный ресурс]. URL: [http://data.worldbank.org/indicator/GDP per capita \(constant 2000 US\\$\)](http://data.worldbank.org/indicator/GDP.per.capita.constant.usd) (дата обращения: 24.03.2016).

World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank. [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE> (дата обращения: 24.03.2016).

World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank. [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC> (дата обращения: 24.03.2016).

World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank. [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (дата обращения: 24.03.2016).

World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank. [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.PC.KD> (дата обращения: 24.03.2016).

World Bank. World Development Indicators Online. Washington, DC: World Bank. [Электронный ресурс]. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC> (дата обращения: 24.03.2016).