

**ЭПОХА ГЛОБАЛИЗАЦИИ И ЕЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ<sup>2</sup>**

А.М. Tarko

**EPOCH OF GLOBALIZATION AND ITS GLOBAL CONTAMINATIONS**

В настоящей статье мы рассмотрим современные процессы и проблемы загрязнения в связи с мировым развитием и глобализацией. Загрязнение природной среды является одним из важных факторов, значительно зависящих от эпохи глобализации и одновременно влияющих на ее развитие.

Следуя сложившейся в мире практике, будем относить двуокись углерода к загрязнениям. В отличие от загрязнений, действующих на природу и человека прямым образом, этот газ обладает непрямым отрицательным действием, поэтому нет оснований рассматривать его отдельно от других загрязнений.

В статье мы будем использовать количественные данные Всемирного банка [1].

Для удобства будем называть все страны, не относящиеся к развитым, развивающимися. Термин «активно развивающиеся страны» будет использоваться расширительно в понятном читателю смысле.

Тема загрязнений тесно связана с глобальной проблемой развития и выживания человечества в условиях активно развивающейся экономики. Еще в 70-х годах XX века стало понятным, что к главным факторам, которые способны привести к гибели человечества, относятся загрязнения, рост численности населения, возможность обеспечить его продовольствием и исчерпание природных ресурсов [2; 3]. К настоящему времени рассматривать мир как одну большую страну стало неправильным. Указанные проблемы в развитых и развивающихся странах стоят по-разному.

<sup>1</sup> Доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А. Дородницына ФИЦ «Информатика и управление» РАН.

© Тарко А.М., 2016.

<sup>2</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-01-00308).

Сейчас для развитых стран из перечисленных проблем три – стабилизация численности населения, обеспечение продовольствием и исчерпание ресурсов, – по-видимому, не самые актуальные. Численность населения части развитых стран почти не увеличивается: в 2014 г. в странах Европы прирост населения был отрицательным (–0,12% в год) при среднем приросте за пять лет 2010–2014 гг., равном 0,18% в год. Это дает надежду, что в этих странах в течение разумного времени возможна стабилизация численности. В отношении энергетических ресурсов для большей их части открыты запасы полезных ископаемых, которых может хватить более чем на сотню лет. Есть небольшое количество уникальных незаменимых ресурсов, запасы которых невелики, но в настоящее время их не считают ограничивающими развитие. Проблема обеспечения населения развитых стран питанием на разумный период времени, по-видимому, решена. Сейчас в некоторых странах ЕС фермерам приходится сокращать производство.

Для развивающихся стран чрезвычайно актуальны три проблемы, сильно влияющие на их развитие. Они усилились с 1970-х годов – это быстрый рост населения, нехватка продовольствия и высокий уровень загрязнения. «Зеленая революция» и успехи в медицине, достигнутые развитыми странами, дали для развивающихся стран ускорение темпов роста численности населения и замедление смертности. В целом темпы роста численности населения увеличились: в странах с низким доходом прирост населения в 2014 году был 2,72% в год (при среднем росте за пять лет 2010–2014 гг., равном 2,73% в год), в странах Арабского мира – 2,62% в год (при среднем росте за пять лет 2010–2014 гг., равном 2,25% в год). Самый быстрый прирост населения в 2014 г. был в Омане – 8,09%, в Кувейте – 4,34%, в Нигере – 4,03%. В то же время высокая

смертность, связанная часто с нехваткой продовольствия, осталась обычной во многих этих странах.

Таким образом, проблема загрязнения является важной для всех стран мира.

В развитом мире проблемы рационального природопользования и сохранения окружающей среды являются одними из первостепенных. Достигнутый высокий уровень жизни подразумевает возможность жить в среде с чистым воздухом, чистой водой, пребывание на природе, не изуродованной урбанизацией.

К 1970–1980-м годам прошлого века произошло сильное загрязнение среды в развитых странах, нарушение было на локальном, региональном и глобальном уровнях. Вскоре это обстоятельство было осознано. Было принято жесткое законодательство по сохранению природной среды, коренным образом пересмотрены нормы воздействия на нее, перестроены технологии в экономике, в том числе – в части минимизации производства загрязнений на единицу продукции. В 1970–1990-х годах были приняты меры по восстановлению локальных и региональных параметров среды – были значительно сокращены выбросы, выделяющиеся при сжигании каменного угля, нефти и продуктов из них – соединений азота и серы, являющиеся главным компонентом кислотных дождей. Также было проведено значительное сокращение выбросов тяжелых металлов при производстве стали и других металлов.

Постепенно были достигнуты большие успехи в ликвидации опасных и распространенных причин, воздействующих на здоровье людей и природу, – в уменьшении загрязнений воздушной и водной среды. Передовые страны не ограничились только обязательным законодательством. Был принят добровольный сертификат ISO 14000 – Международный стандарт по созданию систем экологического менеджмента. Промышленные предприятия сами стали заботиться о чистоте среды.

Если раньше в странах Западной Европы и Северной Америки от кислотных дождей за сухое жаркое лето погибали крупные массивы лесов, то после 1980-х и 1990-х годов это явление практически исчезло. Ранее сильно загрязненные Великие озера на американском континенте и почти погибшие озера в Скандинавии ожили, вода, растения и рыба в них стали нормальными.

Следующим этапом стало сохранение природы в глобальном масштабе. Были приняты меры по уменьшению озонового слоя атмосферы (Монреальский протокол по веществам, раз-

рушающим озоновый слой, 1987 года, к Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 года), по сокращению выбросов парниковых газов, в первую очередь – двуокиси углерода (Рамочная конвенция ООН об изменении климата 1992 года, Киотский протокол 1997 года, Парижское климатическое соглашение 2015 года). Также была принята Конвенция ООН о биологическом разнообразии 1992 года.

Результаты соглашений по уменьшению выбросов  $\text{CO}_2$  во многом не были выполнены [4]. Между руководителями развитых и развивающихся стран возникли непримиримые противоречия. Часть развитых стран отказалась сокращать выбросы, объясняя это тем, что при их высоком уровне технологий величины выбросов  $\text{CO}_2$  на единицу производства энергии и прочих продуктов существенно меньше, чем в развивающихся странах, поэтому развивающиеся страны должны проводить сокращение. Развивающиеся страны отказались от сокращений выбросов, объясняя это тем, что надо кормить свое население, а сокращение выбросов будет тормозить развитие и увеличивать бедность, поэтому сокращение должны проводить богатые развитые страны. Очевидно, руководители стран, как развитых, так и развивающихся, хорошо понимали, что сокращение загрязнений, основанное на падении уровня жизни населения, не приведет к успеху.

Однако отрицать пользу соглашений было бы неправильно. Соглашения активизировали меры и привели к заметным результатам по совершенствованию технологий и повышению эффективности производства в развитых странах. Поэтому, по мнению автора, соглашения по уменьшению выбросов парниковых газов есть важное положительное достижение человечества. В частности, благодаря этому часть развитых стран уже перешла к сокращению выбросов двуокиси углерода.

Можно сказать, что глобализация с ее возрастающим уровнем научно-технического прогресса впервые привела к тому, что часть развитых стран добилась на своих территориях уменьшения величины загрязнений, имеющих глобальный результат. Сокращение выбросов в крупнейших странах-загрязнителях привело к тому, что темпы роста выбросов  $\text{CO}_2$  от развитых стран стали ниже.

Таким образом, активно развиваются два процесса. Первый – совершенствование экономики, мощное развитие передовых технологий, уменьшение загрязнения среды в развитых странах. Второй – ускорение роста экономики в ча-

сти развивающихся стран при слабом или почти полном несоблюдении норм сохранения среды.

Для глобализации испытанием на прочность стал системный экономический кризис 2008 г. и последующих годов [5]. Это проявилось явным образом в уменьшении выбросов загрязнений в части стран, связанное со спадом производства, в 2009 году. Читатель сможет это увидеть на последующих графиках.

Эпоха глобализации привела к новым явлениям, связанным с выделением загрязнений. Во-первых, развитые страны вывели большие части своего производства в развивающиеся страны, это затормозило рост выбросов в развитых странах и привело к увеличению выброса загрязнений с территорий развитых стран. Дело в том, что производство, развернутое в развивающихся странах, использовало законы о сохранении среды этих стран, а эти законы были и часто по сей день остаются заметно слабее, чем в развитых странах. Во-вторых, глобализация получила более высокий уровень технологий в развитых странах, который совершенствовался настолько, что удалось уменьшить часть выбросов. Сейчас в части стран Европы, в США, в ряде других стран происходит уменьшение величины выбросов  $CO_2$ . Уменьшение выбросов, очевидно, не связано только с происходящим глобальным экономическим кризисом, например Германия больше других стран Европы сокращает выбросы  $CO_2$  и одновременно имеет положительно развивающуюся экономику.

Еще одним проявлением глобализации стало проникновение в развивающиеся страны передовых технологий, приведшее, в частности, к появлению рабочих с уровнями квалификации, более высокими, чем было раньше. Многие страны стали заниматься импортзომещением, экспортом готовой продукции, дающим большой доход, чем экспорт сырьевых ресурсов, и являющимся одной из стадий высокотехнологичных модернизаций [6; 7]. Другим явлением активизации экономики стал переход к развитию новых более эффективных ее секторов. Например, Коста-Рика успешно развивает экологический туризм.

В целом эффектом глобализации в большой части развивающихся странах стало ускорение развития экономики. Пока экономисты подсчитывали темпы роста экономики нескольких азиатских и юго-восточных «тигров», большое число ранее бедных стран не без помощи примера развитых стран и заимствованных технологий стало развивать энергетику и элементы высокотехнологичных производств.

Это привело и сейчас приводит к увеличению

роста загрязнений в этих странах, так как в условиях бедности они не хотят сдерживать развитие новых производств и, как и развитые страны, не хотят снижать уровень жизни населения. Одна из особенностей здесь – технологии, перенятые у развитых стран, часто уже не применяются в них по причинам, связанным с охраной здоровья населения и сохранением окружающей среды. Однако более совершенные технологии или слишком дороги для развивающихся стран, или уровень производственной культуры населения низок для работы с ними. Примером тут является авария на химическом заводе в индийском городе Бхопал в 1984 году, повлекшая смерть 18 тысяч человек.

Сейчас страны с большими территориями – по-прежнему мировые рекордсмены по загрязнению, первые места по-прежнему принадлежат самым большим и экономически развитым странам – это Китай, США, Россия, Япония, Южная Корея. Но их теперь догоняют другие крупные и малые развивающиеся страны – Индия, Индонезия, Бразилия, Мексика, Судан. В этих странах активное развитие экономики происходит в небольших секторах экономики, так что большинство населения не участвует в этом развитии, у них остается прежний образ жизни, особенно в сельском хозяйстве. Поскольку каждая из таких стран развивается по-своему, спектр выбрасываемых загрязнений у этих стран разный, в списке роста для каждого загрязнения на первые места выходят разные страны.

Следует отметить, что США хотя и являются одними из самых больших загрязнителей, но темпы роста загрязнений у них стремятся к сокращению, а часть выбросов сокращается. Нет сомнений, что это связано с ее высокотехнологичным прогрессом. То же происходит с частью стран Европы.

Иная ситуация в России, Китае, Индии и в большинстве активно развивающихся стран. В России при все более слабом технологическом уровне происходящий спад темпов роста выбросов связан с усилением кризисных явлений в экономике.

В Китае большая часть населения не связана с высокотехнологичным производством и имеет не очень высокие доходы. Это проявляется в том, что ВВП на душу населения в Китае невелик, он 1,7 раза меньше, чем в России, и в 3 раза, чем в США. На душу населения в Китае приходится в 1,9 раза меньше выбросов двуокси углерода, чем в России (при величине выброса в 5,7 раза больше), в 2,5 раз, чем в США и в 6,6 раз, чем Катар. Этим определяется отчасти быстрый темп

роста загрязнений в стране. В настоящее время Китай является самой большой загрязняющей страной в мире. Та же ситуация происходит в Индии: ВВП на душу населения в ней в 4 раза меньше, чем в России, и в 9,6 раз, чем в США. На душу населения в Индии приходится в 7,6 раза меньше выбросов двуокси углерода, чем в России, и в 10,2 раза, чем в США, в то время как она занимает третье место в мире по величине выбросов CO<sub>2</sub>.

В большинстве других активно развивающихся стран такая же ситуация с наличием элементов высокотехнологичного производства с малой численностью населения, участвующего в нем, и производством с невысокими технологиями с большой численностью населения.

Рассмотрим соотношение темпов роста финансовых, энергетических, электроэнергетических показателей и данных загрязнений в мире. На рис. 1 видно, что в период 2000–2013 гг. больше всего вырос валовой внутренний продукт (ВВП) на душу населения – в 1,84 раз за 13 лет. Рост потребления электроэнергии был заметно меньше – в 1,31 раза. Потребление энергии в мире возросло еще меньше – в 1,16 раз. Рост загрязнений увеличился от значения 1,11 для закиси азота и 1,18 для частиц PM2.5 до 1,24 для метана и 1,45 для CO<sub>2</sub>. Отметим, что в массовом выражении рост выбросов CO<sub>2</sub> происходит быстрее суммы других парниковых газов, учитываемых в Киотском протоколе, выбросы которых, согласно рис. 1, увеличились в 1,33 раза.

Мы видим, что использование ископаемых

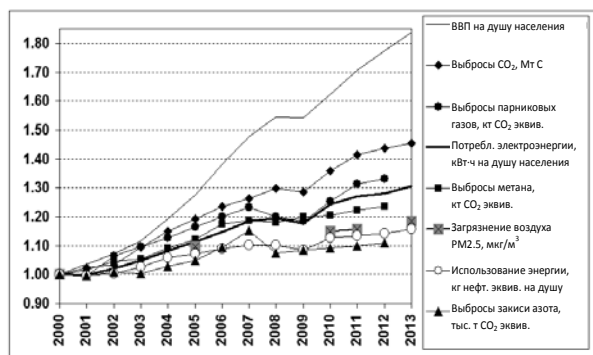


Рис. 1. Сравнение относительной динамики мировых финансовых, энергетических и электроэнергетических показателей с данными загрязнений в 2000–2013 гг.

органических топлив, которые являются источником выбросов CO<sub>2</sub>, растет быстрее других загрязнений. Причина такого пристрастия человечества очевидна – использование энергии важнее других ресурсов, а CO<sub>2</sub> является одним из важных индикаторов развития энергетики. Отметим, что рост выбросов CO<sub>2</sub> опережает рост потребления энергии и электроэнергии.

Рассмотрим загрязнения от четырех их видов: двуокси углерода, закиси азота, метана и PM2.5, зарегистрированные в последние годы (табл. 1.). Мы видим, что абсолютным лидером по величине выбросов является Китай. За ним идут США, Индия, Россия, Япония. Далее находятся как крупные развитые страны (Германия, Канада, Великобритания, Италия), так и крупные активно развивающиеся (Пакистан, Бразилия, Мексика, Индонезия, Таиланд).

Таблица 1

Выбросы CO<sub>2</sub>, закиси азота и метана в странах мира в 2012 и 2013 гг. (данные из [1])\*

№ п/п	Страны	Индустриальные выбросы CO <sub>2</sub> , Гт С, 2013 г.	Страны	Выбросы закиси азота, млн т CO <sub>2</sub> эквивалента, 2012 г.	Страны	Выбросы метана, млн т CO <sub>2</sub> эквивалента, 2012 г.	Страны	Загрязнение воздуха частицами PM2.5, мкг/м <sup>3</sup> , 2013 г.
1.	Китай	2,795	Китай	587,17	Китай	1752,3	Мавритания	70,1
2.	США	1,414	США	288,88	Индия	636,4	Китай	54,4
3.	Индия	0,555	Индия	239,76	Россия	545,8	Сауд. Аравия	54,1
4.	Россия	0,488	Бразилия	214,53	США	499,8	Кувейт	49,1
5.	Япония	0,339	ЦАР	100,65	Бразилия	477,1	Бангладеш	48,4
6.	Германия	0,207	Индонезия	93,14	Индонезия	223,3	Индия	46,7
7.	Иран	0,168	Судан	84,96	Пакистан	158,3	Пакистан	46,2
8.	Корея Юж.	0,162	Конго	67,96	Австралия	125,6	Непал	46,1
9.	Сауд. Аравия	0,148	Россия	65,19	Иран	121,3	Южная Азия	46,0

10.	Бразилия	0,137	Австралия	54,25	Мексика	116,7	Бахрейн	43,6
11.	Мексика	0,133	Аргентина	53,10	Вьетнам	113,6	Кабо-Верде	43,1
12.	Индонезия	0,131	Мексика	43,44	Канада	106,8	Туркмени- стан	41,7
13.	Канада	0,130	Германия	43,41	Таиланд	106,5	Сенегал	41,2
14.	ЮАР	0,129	Эфиопия	39,85	Бангладеш	105,1	ОАЭ	40,9
15.	Велико- британия	0,125	Франция	36,87	Судан	96,5	Катар	38,4
16.	Австралия	0,103	Нигерия	36,18	Нигерия	89,8	Нигер	38,1
17.	Италия	0,094	Турция	35,61	Аргентина	88,5	Египет	36,4
18.	Франция	0,091	Вьетнам	34,49	ЦАР	85,7	Йемен	36,2
19.	Турция	0,088	Канада	33,41	Франция	81,2	Мали	35,9
20.	Таиланд	0,083	Таиланд	30,83	Мьянма	80,6	Гамбия	34,8
21.	Польша	0,082	Пакистан	30,65	Турция	78,9	Ирак	32,6
22.	Украина	0,074	Мьянма	26,78	Конго	75,3	Иран	31,9
23.	Казахстан	0,072	Польша	26,72	Казахстан	71,4	Чад	30,7
24.	Тайвань	0,071	Бангладеш	26,68	Украина	68,1	Маврита- ния	30,4
25.	Испания	0,065	Колумбия	25,64	Колумбия	68,0	Китай	30,2
26.	Малайзия	0,064	Велико- британия	25,33	Польша	65,1	Сауд. Аравия	29,5

\* Даны страны, имеющие наибольшие выбросы в мире. Сортировка для каждого загрязнения произведена по величине выброса.

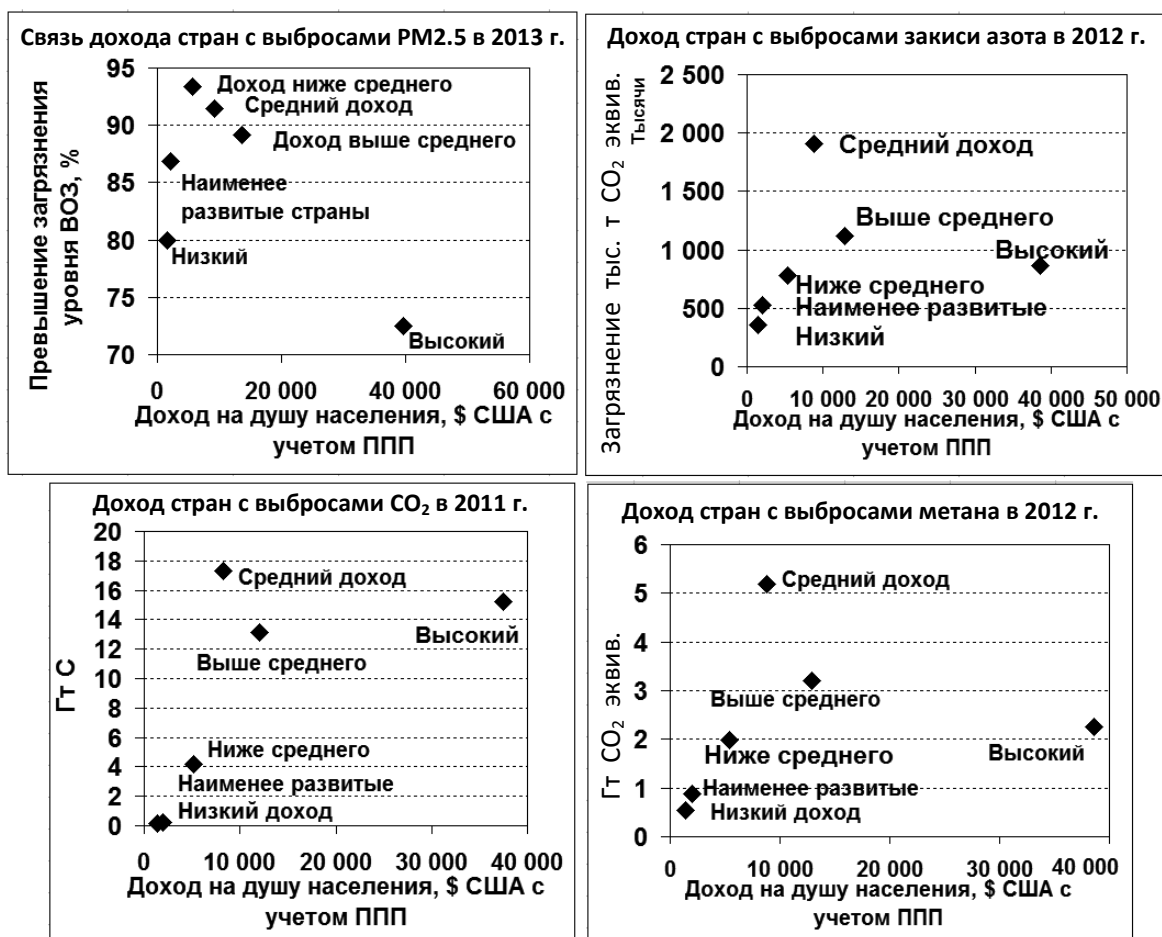


Рис. 2. Связь дохода групп стран с загрязнениями PM<sub>2.5</sub>, закиси азота, CO<sub>2</sub> и метана

На рис. 2 показано распределение загрязнений PM<sub>2.5</sub>, закиси азота, CO<sub>2</sub> и метана в зависимости от дохода стран (классификация Всемирного банка). Видно, что во всех случаях страны с высоким доходом не являются самыми большими загрязнителями. В случае с PM<sub>2.5</sub> страны с высоким доходом дают самое низкое загрязнение. Далее степень загрязнения растет по группам: низкий доход, наименее развитые страны, доход выше среднего. Самое сильное загрязнение дают страны с доходом ниже среднего и со средним доходом.

Самым сильным загрязнителем по закиси азота являются страны со средним доходом и доходом выше среднего. Для закиси азота загрязнение стран с высоким доходом ниже стран со средним и доходами выше среднего и выше стран с низким доходом, доходом ниже среднего и стран наименее развитых (классификация ООН). Так что наименьшее загрязнение в случае с закисью азота дают самые бедные страны – с низким доходом и страны с доходом ниже среднего.

В случае CO<sub>2</sub> самым сильным загрязнителем являются страны со средним доходом, а с высоким – занимают второе место. Так же как и в случае закиси азота, наименьшее загрязнение дают самые бедные страны.

В случае метана самым сильным загрязнителем являются страны со средним доходом. Страны с высоким доходом занимают третье место, а на последнем месте для закиси азота и CO<sub>2</sub> наименьшее загрязнение дают самые бедные страны.

Обратим внимание на два крайних случая в распределении мест в рассмотренных загрязнениях. Страны с высоким доходом в случае выбросов CO<sub>2</sub> занимают высокое второе место, а в случае PM<sub>2.5</sub> – находятся на последнем. Это различие отражает противоположное значение двух видов загрязнений. Выбросы CO<sub>2</sub> – приоритет развитых и активно развивающихся стран. Частицы PM<sub>2.5</sub> – приоритет бедных стран. Для доказательства обратимся к рис. 3, на котором показан относительный рост этого вида загрязнений в 2000–2013 гг. для групп стран с разными видами дохода. Видно, что страны с низким доходом к 2013 году имеют самый большой рост этого вида загрязнений, за ними идут наименее развитые страны. Рост же этих выбросов в странах с высоким доходом к 2013 г. затормозился почти на 16%. Наличие этого загрязнения находятся в пустынных странах Африки, Аравийского полуострова, в находящихся на тех же широтах странах Азии и в некоторых бедных странах Европы. Частицы PM 2.5, в основном техногенного происхождения, диаметром 2.5 микрона и меньше,

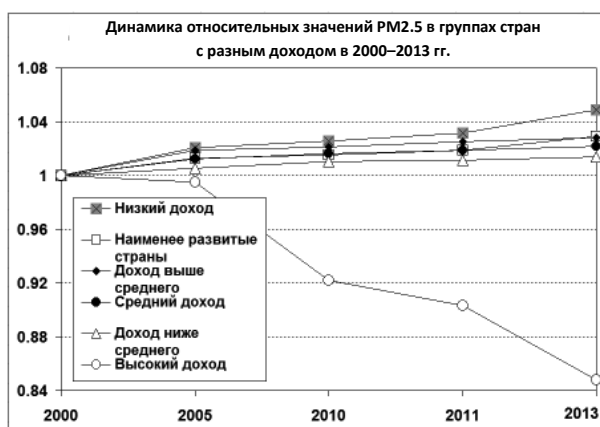


Рис. 3. Относительный рост выбросов PM<sub>2.5</sub> в странах с разным доходом в 2000–2013 гг. За начало отсчета принят 2000 год

попадают на поверхность легких человека, но при малых размерах ресничек на своей поверхности они не могут захватывать эти частицы и вычищать их из легких. Из легких эти частицы распространяются с кровью по внутренним органам. При их больших концентрациях в воздухе у людей развиваются стойкие дефекты на поверхности легких, недостаточность дыхательной системы. Возникают пневмонии и другие болезни. Одними из составляющих частиц PM 2.5 являются полициклические ароматические углеводороды, которые оказывают сильное канцерогенное и токсическое воздействие на клетки организма, вследствие чего возникают онкологические заболевания, в частности рак легких. В развитых странах (особенно России) и в Китае частицы PM<sub>2.5</sub> представляют серьезную опасность для здоровья в крупных городах, где они выбрасываются из работающих двигателей автомобилей и являются продуктами некоторых вредных производств, остающихся по сей день в городах. СМИ мало пишут об этих частицах.

Распределение роста выбросов CO<sub>2</sub> по степенями дохода дано на рис. 4. Мы видим, что самый быстрый рост был в наименее развитых странах – с 2003 по 2011 год рост выбросов был в 1,73 раза. Только малая величина выбросов этих стран пока не позволяет «заметить» этот рост среди выбросов более богатых стран. Однако рост выбросов стран со средним доходом был ненамного меньше – в 1,65 раз. Это значительная величина, поскольку выбросы этих стран, наоборот, нельзя не заметить. Как уже указывалось, именно эти страны могут дать наибольший прирост выбросов CO<sub>2</sub> в последующие годы. Рост выбросов стран с высоким доходом практически был нулевым. Это в значительной степени свя-

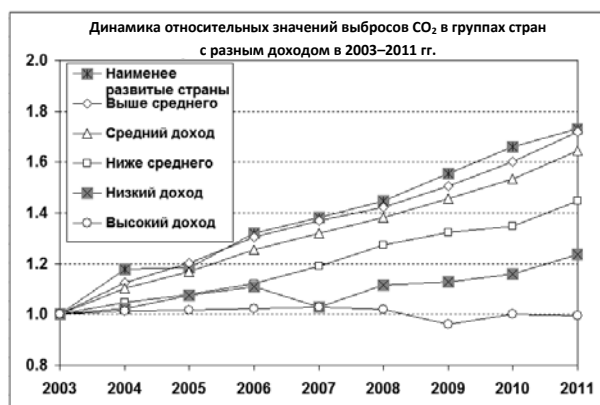


Рис. 4. Относительный рост выбросов CO<sub>2</sub> в странах с разным доходом в 2000–2011 гг. За начало отсчета принят 2000 год

зано с сокращением выбросов в крупных странах – США, Германии и других.

На рис. 5. приведен относительный рост выбросов CO<sub>2</sub> в странах – наибольших его производителях в 2000–2013 гг. Самый большой рост был в стране – самом крупном его производителе, в Китае, – в 3 раза. Рост выбросов четырех других стран меньше и лежит в диапазоне от 1,6 раз до 2,0. Это Индия, Саудовская Аравия, Индонезия, Иран. За ними, достигнув роста лишь в 1,55 раз, идет Бразилия, за ней с ростом между 1,2 и 1,4 идут Южная Корея и Мексика. Прирост выбросов России с 2000 по 2013 г. составил 1,15, то есть 15%. Поскольку технологическое развитие России практически отсутствует, столь слабый рост свидетельствует о нахождении страны в кризисе – газ CO<sub>2</sub> определяет не только парниковый эффект, но и указывает на степень развития энергетики страны, которая, как видно в данном случае, почти не развивается.

Следующие крупные производители CO<sub>2</sub> США и Германия сократили выбросы, соответственно, до значений 0,910 и 0,912, т.е. на 9 и

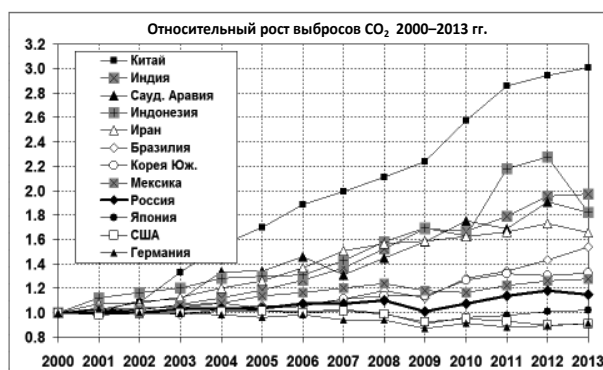


Рис. 5. Относительный рост выбросов CO<sub>2</sub> в странах – наибольших его производителях в 2000–2013 гг.

8,7%. Отметим, что выбросы CO<sub>2</sub> сокращают в Европе Бельгия и Дания.

Рассмотренные страны имеют самую большую или одну из самых больших площадей в мире. При этом не все из них являются самыми богатыми странами. Индия, Индонезия, Иран, Бразилия – это те страны, которые можно назвать активно развивающимися. Также следует отметить, что все приведенные здесь страны не являются чемпионами по темпам роста. Например, за рассмотренный период прирост выбросов CO<sub>2</sub> был: в Экваториальной Гвинее – в 11,9 раз, в Республике Судан – в 10,7 раз, в Монголии – 5,5 раз. Однако выбросы CO<sub>2</sub> этих стран пока малы.

На рис. 6. приведен относительный рост выбросов закиси азота в странах – наибольших его производителях в 2000–2012 гг. Самый большой рост был в Судане, не самом крупном его производителе – в 1,94 раза. Китай стоит на втором месте по скорости роста – в 1,42 раза к 2012 г. Рост двух стран с меньшей скоростью роста лежит в диапазоне от 1,26–1,27 – это Бразилия и Аргентина. Следом за ними идут две страны с еще меньшей скоростью роста – Конго и Индия, у них рост выбросов составил 1,15–1,16. Остальные страны демонстрируют уменьшение роста в последовательности: Мексика (0,99), Индонезия (0,98), США (0,89), Германия (0,80), Австралия (0,72), Россия (0,70).

На рис. 7. приведен относительный рост выбросов метана в странах – наибольших его производителей в 2000–2012 гг. Самый большой рост был у чемпиона по величине выбросов – Китая – в 1,68 раз. Второе и третье места поделили Австралия – рост в 1,52 раза и Мексика – рост в 1,51 раз. С немного меньшими темпами роста несильно отличались Индонезия (1,35), Бразилия (1,31) и Канада (1,27). Россия, занимающая 3-е место по величине выброса, стоит на 7-м ме-



Рис. 6. Относительный рост выбросов закиси азота в странах – наибольших его производителях в 2000–2012 гг.



Рис. 7. Относительный рост выбросов метана в странах – наибольших его производителях в 2000–2012 гг.

сте по скорости роста, ее прирост – 1,17 раз. Далее с близкими результатами идут Индия, Иран и Вьетнам, их приросты находятся в диапазоне 1,05-1,13 раз. Две страны продемонстрировали уменьшение роста: Пакистан – 0,98 и США – 0,9. США, занимающие второе место по величине выброса, стоят на первом месте по снижению выбросов среди 12 стран.

В заключение полезно сделать прогнозы дальнейшего развития загрязнений. Наибольшую опасность в качестве источников загрязнений в ближайшие 30–40 лет представляют собой последствия быстро развивающегося производства энергии и получения металлов. Среди трех путей получения энергии путь сжигания ископаемых органических топлив является наиболее мощным. Ядерная энергетика при ее относительной дешевизне требует высоких начальных финансовых затрат, высокого технологического уровня страны и непопулярна после двух известных крупнейших аварий. Альтернативная энергетика, основанная на использовании энергии солнца, приходящей к поверхности Земли, успешно и активно развивается, но, согласно законам физики, никогда не сможет заменить другие источники энергии. Об этом написал лауреат Нобелевской премии П.Л. Капица много лет назад. Можно немного повысить КПД этой энергетике и получить лучшие результаты, но обеспечить все население Земли на базе альтернативной энергетике невозможно.

При производстве энергии используются ископаемые органические топлива – каменный уголь, нефть, природный газ. Органические топлива состоят из органического вещества, неотъемлемой частью которого являются углерод, азот и сера. При сжигании топлив в воздух вылетают окислы этих элементов:  $CO_2$  без изменения улетает в атмосферу, частично поглощаясь

экосистемами суши и океанами, а остальные окислы переносятся в атмосфере на сотни километров; в пути, взаимодействуя с газами атмосферы, они превращаются в кислоты и в виде кислотных дождей выливаются на Землю. Еще одним «результатом» энергетики является выделение метана, при разработке шахт при добыче каменного угля и из скважин при добыче нефти.

Поэтому наряду с проблемами климата и выбросами  $CO_2$  опасность для мира представляют другие загрязнения энергетических производств и производства металлов – кислотные дожди и тяжелые металлы. Они особенно опасны для развивающихся стран в связи с их слабой технологической базой и, в значительной степени, в связи с пренебрежением к охране природной среды. Если в развитых странах борьба с кислотными дождями и тяжелыми металлами привела к заметным успехам, то в большинстве развивающихся стран она или только начинается, или не начиналась.

По нашему мнению, в долговременном плане количество энергии, производимое страной, является более фундаментальным, чем количество денег. Именно количество используемой энергии (электроэнергии), а не денег, характеризует как технологический уровень страны, так и практический образ жизни каждого человека. Страна производит станки и автомобили, выращивает продукты питания (сельское хозяйство – очень энергоемкий сектор экономики), затрачивая для этого энергию в виде киловатт-часов. Человек, использует в своем доме электроэнергию для обогрева дома, приготовления еды, просмотра телевизора, работы на компьютере.

Указанная выше ситуация в Китае и Индии с очень неравномерным развитием в отношении высокотехнологичных или передовых технологий, когда технологические секторы экономики сосуществуют с ее огромным низкотехнологичным массивом, в котором находится большая часть населения, является типичной для всех активно развивающихся стран. Приобщение населения большого количества таких стран к участию в более технологичных производствах требует серьезной перестройки сознания и веками формировавшегося стереотипа жизненных ценностей. Такие преобразования в одних странах проходят достаточно быстро, в других – чрезвычайно медленно. Остатки системы жизненных ценностей времен родового строя, примата рождения максимально большого количества детей, отсутствие образования современного типа являются примерами таких стереотипов. Это обстоятельство автор считает одним из наиболее



сложных и долгих в плане совершенствования для населения стран мира.

Расчеты автора этой статьи на глобальной пространственной модели цикла  $\text{CO}_2$  [8] показывают, что большая группа активно развивающихся и бедных государств, имея большое количество бедного населения, быстро развивающиеся экономики, высокие темпы роста выбросов  $\text{CO}_2$ , через 10–20 лет станет в сумме выбрасывать  $\text{CO}_2$  больше, чем Китай и все страны мира в современный период. Расчеты основаны на учете темпов роста каждой страны. Прежде прогнозы делали в условиях, когда темпы роста стран не сильно отличались, и было достаточно использовать усредненные темпы для групп стран. В современных условиях при большом различии в темпах роста как выбросов загрязнений, так и численности населения, такие прогнозы стали слишком грубыми, адекватные прогнозы стали возможны только при учете динамики роста каждой страны. Темпы использования энергии и, соответственно, индустриальные выбросы  $\text{CO}_2$  такими странами в ближайшие 30–40 лет будут сильно возрастать. То же можно сказать и про выделение азота и серы. Таким образом, мы видим, что мир еще долго не сможет решить задачу ограничения индустриальных выбросов, сопровождающих развитие энергетики.

В данной ситуации можно утверждать, что глобализация породила более быстрое развитие, но и неравномерное развитие стран. Страны с более быстрым ростом дадут большие загрязнения, суммарные загрязнения станут значительно больше. Однако экономика таких стран будет быстрее развиваться, можно надеяться, что это повлечет за собой более быстрое развитие и других стран и, следовательно, ускорит развитие всего мира.

Отметим, что энергетика человечеству нужна не сама по себе. Сжигание ископаемых топлив, производство электрической энергии нужно для выплавки стали и других металлов, оно необходимо в машиностроении, химии, в других более или менее передовых производствах. Во всех этих производствах помимо выделения топливных окислов углерода, азота и серы выделяются собственные загрязнения, часто чрезвычайно вредные и опасные для человека и природной среды. Развивающимся странам предстоит освоить многие обычные и высокотехнологичные производства. Тех технологических уровней, которых добились развитые страны и смогли перейти к уменьшению выбросов загрязнений, еще предстоит достичь развивающимся странам.

Поэтому для дальнейшего активного разви-

тия большинству стран предстоит пройти большой путь, по крайней мере, в несколько десятков лет, чтобы превзойти сегодняшние показатели, достигнутые развитыми странами. Этот путь будет сопровождаться дальнейшим значительным ростом загрязнений.

Большинство стран, независимо от того, осознает это ее население или нет, ориентируется на примат энергетических показателей. Именно они в сочетании с другими отраслями промышленности, химии, сельского хозяйства при наличии достаточного технологического уровня позволят создать условия достойной жизни человека в странах мира. Этот процесс будет прямым эффектом влияния глобализации на развитие цивилизации.

### Литература

1. World Development Indicators. – World Bank, 2016. – <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>
2. Моисеев Н.Н. Судьба цивилизации. Путь разума. – М. : МНЭПУ, 1998.
3. Тарко А.М., Новохацкий В.Н. Моделирование мировой динамики с учетом научно-технического прогресса // Моделирование и оптимизация социально-экономического развития административно-территориальных комплексов. – М. : ЦЭМИ АН СССР, 1988.
4. Тарко А.М., Усатюк В.В. Семь сценариев глобального потепления // Энергия: экономика, техника, экология. – 2014. – № 4. – С. 44–54.
5. Тарко А.М. Обратная сторона роста. Современные структурные экономические кризисы и пути их преодоления // Свободная мысль. – 2015. – № 5 (1653). – С. 81–94.
6. Эксперт. – 2010. – № 1 (Специальный выпуск).
7. Тарко А.М. Идея сменяемой максимально эффективной высокотехнологичной страны – лидера в мировой динамике. Анализ и моделирование развития стран мира и России // Цивилизация знаний: проблемы модернизации России : труды Одиннадцатой Международной научной конференции, Москва, 23–24 апреля 2010 г. – М. : РосНОУ, 2010. – С. 52–58.
8. Тарко А.М. Моделирование труднопрогнозируемых процессов в обществе и биосфере на основе динамических и статических моделей // Цивилизация знаний: проблемы и перспективы социальных коммуникаций : труды Тринадцатой Международной научной конференции, г. Москва, 20–21 апреля 2012 г. – М. : РосНОУ, 2012. – Ч. I. – С. 51–55.