

УДК 330.43

ХУДЯКОВА ОЛЬГА ЮРЬЕВНА

к.т.н., доцент кафедры «Мировая экономика»
Дипломатическая академия МИД России, г. Москва, Россия
e-mail: hudyakova.olga@mail.ru

ТКАЧЕНКО МАРИНА ФЕДОРОВНА

д.э.н., заведующая кафедрой «Мировая экономика»
Дипломатическая академия МИД России,
e-mail: marstav251280@gmail.com

DOI:10.26726/1812-7096-2023-6-92-99

МОДЕЛИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В РОССИИ

Аннотация. Стратегия низкоуглеродного развития экономики России является ответом на глобальное изменение климата, вызванное антропогенными факторами. В работе исследована взаимозависимость выбросов углекислого газа от производства и потребления традиционных и нетрадиционных энергоресурсов в России. Выявлены структурные изменения выбросов за исследуемый период с 1985 года по настоящее время, что определило разделение исследуемого временного интервала на две части. Определена роль каждого вида ресурса в снижении выбросов в отдельные периоды. Построены эконометрические модели, определяющие потенциальные возможности снижения выбросов. Осуществлен поиск баланса между развитием страны в сфере энергетики и движением к зеленой экономике.

Ключевые слова: проблема энергоресурсов, зеленая экономика, выбросы углекислого газа, эконометрическая модель, структурные изменения.

KHUDYAKOVA OLGA YURYEVNA

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department
"World Economy" Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign
Affairs of Russia, Moscow, Russia
e-mail: hudyakova.olga@mail.ru

TKACHENKO MARINA FEDOROVNA

Dr.Sc of Economics, Head of the Department "World Economy"
Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign Affairs of Russia,
e-mail: marstav251280@gmail.com

MODELS FOR REDUCING CARBON DIOXIDE EMISSIONS IN RUSSIA

Abstract. The strategy of low-carbon development of the Russian economy is a response to global climate change caused by anthropogenic factors. The paper examines the interdependence of carbon dioxide emissions from the production and consumption of traditional and non-traditional energy resources in Russia. Structural changes in emissions during the study period from 1985 to the present have been revealed, which determined the division of the studied time interval into two parts. The role of each type of resource in reducing emissions in certain periods is determined. Econometric models are constructed that determine the potential for reducing emissions. The search for a balance between the development of the country in the energy sector and the movement towards a green economy has been carried out.

Keywords: energy resources problem, green economy, carbon dioxide emissions, econometric

1. Введение

Резкое ухудшение экологического состояния окружающей среды в последние десятилетия

ведет к серьезнейшим разрушениям биосферы и глобальным проблемам [1]. Наряду с ними рост дефицита энергоносителей и возрастающие цены на него определяют особую важность исследуемых вопросов. Мировой энергетический кризис заставляет искать новые пути решения глобальных проблем с учетом имеющихся возможностей и существующих реалий [2, 3, 4, 5]. Такие решения определяют не только социально-экономическое развитие России, но и национальную безопасность страны [6]. Около 25% ВВП и более 50% доходов бюджета России формируются за счет энергетического сектора, при этом многие российские регионы исторически ориентированы на добычу и переработку ископаемых источников энергии – угля, нефти и газа, что связано с вопросами занятости населения и его жизнеобеспечением.

Моделирование выбросов углерода в регионах мира кубическими сплайнами определяет большое число уравнений модели [7]. Использование моделей панельных данных способно выявлять индивидуальные эффекты, присущие отдельным странам [8]. В данной работе представлен подход с использованием эконометрического инструментария на основе многофакторной регрессии, исследовано взаимодействие факторов, определяющих влияние способов использования и производства различного вида энергий на выбросы углекислого газа в России. Аналитическое исследование построено на данных, опубликованных транснациональной нефтегазовой компанией British Petroleum в "Статистическом обзоре мировой энергетики" (bp Statistical Review of World Energy) 2022 года [9].

2. Основная часть

Для моделирования исследуемого процесса были отобраны статистические данные по следующим показателям за период с 1985 года по 2021: выбросы углекислого газа от использования энергии (Y , млн тонн); производство нефти (x_1 , млн тонн); потребление нефти (x_2 , млн тонн); производство природного газа (x_3 , млрд куб.м); потребление природного газа (x_4 , млрд куб.м); добыча угля (x_5 , млн тонн); потребление угля (x_6 , эДж); генерация ядерной энергии (x_7 , ТВт-ч); потребление ядерной энергии (x_8 , эДж); генерация гидроэнергии (x_9 , ТВт-ч); потребление энергии возобновляемых источников (x_{10} , эДж). В качестве эндогенной переменной рассматривался показатель выбросов диоксида углерода.

Анализ взаимных корреляций исследуемых показателей демонстрирует сильную (по шкале Чеддока) линейную зависимость результата Y от факторов производства и потребления нефти и потребления угля, а также значительную мультиколлинеарность факторов. В таблице 1 ниже главной диагонали представлены коэффициенты парной корреляции исходных показателей, выше – коэффициенты корреляций их первых разностей.

	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8		x_9	x_{10}
Y	1	0,63	0,83	0,67	0,77	0,79	0,79	0,48	0,46		-0,15	0,24
x_1	0,29	1	0,55	0,25	0,33	0,68	0,67	0,36	0,33		-0,08	-0,09
x_2	0,99	0,35	1	0,40	0,42	0,64	0,59	0,33	0,30		0,06	0,18
x_3	-0,37	0,32	-0,32	1	0,79	0,58	0,33	0,12	0,12		-0,23	0,12
x_4	-0,08	0,63	-0,03	0,88	1	0,54	0,36	0,26	0,25		-0,12	0,27
x_5	0,54	0,87	0,62	0,29	0,56	1	0,76	0,45	0,42		-0,16	0,08
x_6	0,96	0,13	0,92	-0,59	-0,35	0,36	1	0,67	0,65		-0,29	0,14
x_7	-0,44	0,62	-0,37	0,78	0,79	0,46	-0,62	1	1,00		-0,34	0,14
x_8	-0,44	0,62	-0,37	0,77	0,79	0,44	-0,61	1,00	1		-0,35	0,11
x_9	-0,26	0,34	-0,16	0,68	0,65	0,42	-0,44	0,69	0,66		1	0,21
x_{10}	0,11	0,32	0,53	0,74	0,68	0,69	-0,75	0,81	0,82		0,90	1

Для исключения возможной ложной корреляции был осуществлен переход к первым разностям всех факторов. Матрица корреляций преобразованных показателей, размещенная для удобства в таблице 1 выше главной диагонали, позволила определить:

1. корреляция между результатом Y и факторами x_2 , x_6 не является ложной;
2. линейная зависимость между факторами x_1 и x_5 , x_3 и x_4 , x_7 и x_8 является истинной;

3. остальная выявленная интеркорреляция является ложной, то есть может быть объяснена случайными факторами или наличием общего временного тренда.

Графический анализ динамики выбросов позволяет выдвинуть гипотезу о наличии структурных изменений в 1997-1998 гг. На рисунке 1 хорошо видна смена тенденции в этот период. Данный вывод подтверждается проверкой по тестам Гуйарати и Чоу на структурную неоднородность выборки. В модели Гуйарати, содержащей фиктивную переменную, определяющую переход от одной части выборки к другой, все параметры оказались значимы. То есть изменение результативного признака вызвано не только различием свободных членов уравнений двух подвыборок, но и коэффициентами регрессий. Тест Чоу также подтверждает существен-

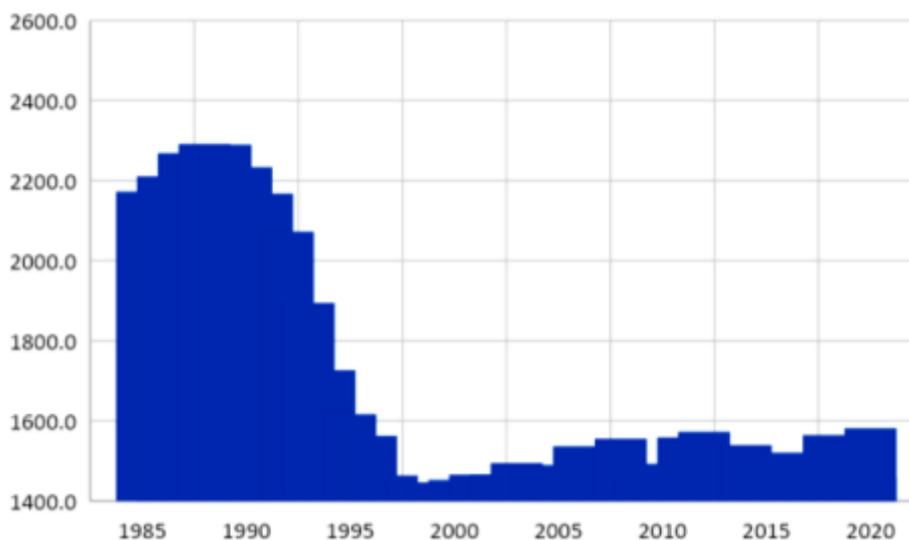


Рис. 1. Динамика выбросов углекислого газа

Целесообразно разбить всю выборку значениями факторов за 1997 год. Данный год включить в первую подвыборку, а во вторую - все остальные значения с 1998 года. Обе подвыборки по-разному определяют взаимозависимость факторов.

Поскольку объем первой подвыборки небольшой - 13 наблюдений, то адекватная модель по этим данным не может содержать более двух объясняющих переменных. Несмотря на это, регрессионные модели получаются адекватными, хорошо аппроксимируют данные (см. рис. 2)

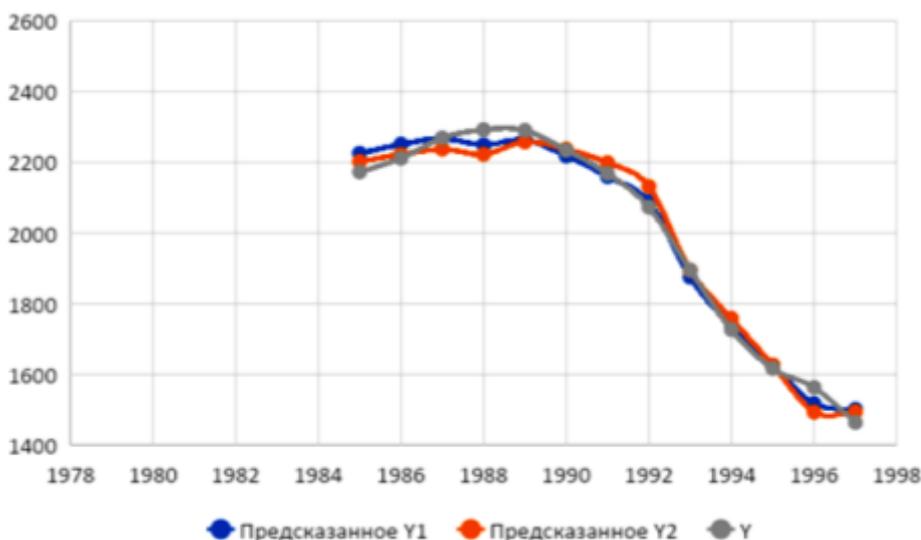


Рис. 2. Фактические и модельные значения выбросов за период с 1985 по 1997 гг.

Распределение взаимного влияния факторов за первый исследуемый период (с 1985 по 1997 г.) изменилось по сравнению с картиной распределения по общему временному интервалу исследования. Производство и потребление нефти, добыча и потребление угля очень сильно, а генерация и потребление ядерной энергии заметно коррелируют с выбросами углекислого газа. С учетом корреляции в первых разностях (часть матрицы, расположенная выше главной диагонали), интеркорреляция наблюдается между потреблением и добычей угля, производством и потреблением газа, генерацией и потреблением ядерной энергии, производством нефти и добычей/потреблением угля (см. табл. 2).

Таблица 2

	$Y1$	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$	$x8$	$x9$
$Y1$	1	0,61	0,81	0,87	0,73	0,73	0,79	0,64	0,64	-0,12
$x1$	0,94	1	0,43	0,40	0,19	0,77	0,82	0,53	0,53	-0,24
$x2$	0,99	0,92	1	0,64	0,37	0,51	0,47	0,28	0,28	0,23
$x3$	-0,09	-0,34	-0,10	1	0,76	0,66	0,59	0,33	0,33	-0,07
$x4$	0,47	0,18	0,46	0,79	1	0,33	0,42	0,56	0,56	-0,19
$x5$	0,97	0,99	0,95	-0,26	0,28	1	0,87	0,55	0,55	-0,14
$x6$	0,96	0,99	0,94	-0,34	0,22	0,99	1	0,78	0,78	-0,31
$x7$	0,60	0,52	0,54	0,42	0,65	0,56	0,51	1	1,00	-0,44
$x8$	0,60	0,52	0,54	0,42	0,65	0,56	0,51	1,00	1	-0,44
$x9$	-0,09	-0,33	-0,02	0,38	0,38	-0,25	-0,26	-0,25	-0,25	1

Исключая мультиколлинеарность, подтвержденную для первых разностей, определим шесть регрессоров для уменьшения размерности задачи, дальнейшего анализа взаимного влияния факторов и построения эконометрических моделей: производство и потребление нефти, производство природного газа и добыча угля, генерация ядерной энергии и гидроэнергии.

Практически любая двухфакторная модель, построенная по данным первой подвыборки, объясняет вариацию результирующего признака (выбросы CO₂) на 94-99%, что говорит о достоверности выводов (см. табл.3).

Таблица 3

№ п/п	Модель	Коэффициент детерминации (скорректированный)	Значимость уравнения регрессии по F-критерию	Значимость коэффициентов регрессии по t-критерию
1	$Y = 715,29 + 0,52 * X_1 + 4,94 * X_2$	0,988	$1,14 * 10^{-10}$	$1,13 * 10^{-8}$ 0,034 $1,31 * 10^{-6}$
2	$Y = - 52,38 + 2,76 * X_1 + 1,53 * X_3$	0,930	$6,59 * 10^{-7}$	0,867 $1,73 * 10^{-7}$ 0,009
3	$Y = - 905,77 + 2,74 * X_1 + 10,18 * X_9$	0,924	$1,03 * 10^{-6}$	0,175 $2,72 * 10^{-7}$ 0,015
4	$Y = 633,15 + 4,31 * X_2 + 1,26 * X_5$	0,991	$2,49 * 10^{-11}$	$6,38 * 10^{-8}$ $1,31 * 10^{-5}$ 0,007
5	$Y = 529,52 + 7,72 * X_2 + 2,19 * X_7$	0,988	$1,19 * 10^{-10}$	0,000 $2,7 * 10^{-10}$ 0,036
6	$Y = - 602,60 + 4,30 * X_5 + 6,49 * X_9$	0,960	$4,35 * 10^{-8}$	0,203 $1,13 * 10^{-8}$ 0,026
7	$Y = - 82,07 + 1,01 * X_3 + 4,33 * X_5$	0,965	$2,18 * 10^{-8}$	0,714 0,012 $5,67 * 10^{-9}$

Увеличение общего производства нефти на 1 млн тонн приводит к росту выбросов углекислого газа примерно на 3 млн тонн, потребления нефти на 1 млн тонн – в 2 раза больше (на 4-8 млн тонн), рост производства природного газа на 1 млрд куб.м вызывает повышение выбросов на 1-1,5 млн тонн, добычи угля на 1 млн тонн – на 1-4 млн тонн, изменение генерации ядерной энергии дает прирост выбросов на 2 млн тонн, а рост производства гидроэлектроэнергии на 1 ТВт-ч повышает выбросы CO₂ на 6-10 млн тонн. Таковы тенденции первого исследуемого периода (до 1997 года включительно).

Второй период (с 1998 года) характеризуется меньшей вариацией выбросов, однако значительные отклонения от предполагаемого линейного (или нелинейного) тренда наблюдаются в

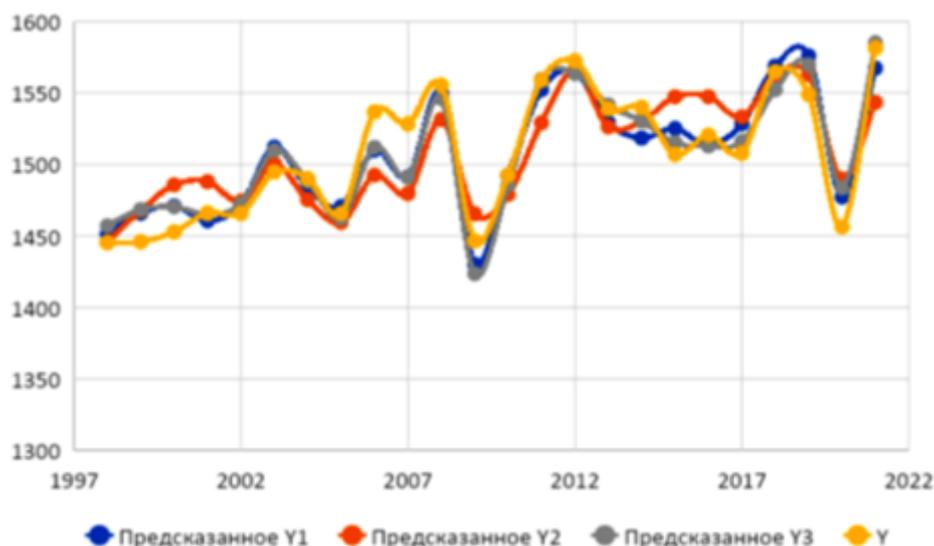


Рис. 3. Фактические и модельные значения выбросов за период с 1998 по 2021 гг.

Экономический кризис и пандемия серьезно снижали уровень выбросов, а значит, потенциальные возможности по снижению уровня выбросов у страны есть. Определив корреляцию в первых разностях для исключения ложной корреляции, мы наблюдаем сильную взаимосвязь выбросов с потреблением нефти, производством и потреблением природного газа (см. табл. 4).

Таблица 4

	Y1	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
Y1	1	0,37	0,79	0,77	0,87	0,76	0,65	0,08	0,08	-0,35	0,20
x1	0,70	1	0,23	0,30	0,39	0,39	0,18	-0,17	-0,14	-0,18	-0,48
x2	0,72	0,82	1	0,51	0,59	0,63	0,38	0,04	0,04	-0,31	0,07
x3	0,75	0,75	0,78	1	0,83	0,73	0,32	0,01	0,00	-0,28	0,16
x4	0,84	0,89	0,82	0,92	1	0,68	0,30	-0,04	-0,04	-0,13	0,30
x5	0,67	0,86	0,94	0,89	0,88	1	0,54	0,21	0,20	-0,34	-0,10
x6	-0,39	-0,78	-0,81	-0,77	-0,78	-0,87	1	0,40	0,39	-0,57	-0,01
x7	0,61	0,89	0,90	0,83	0,87	0,96	-0,88	1	1,00	-0,48	0,11
x8	0,61	0,89	0,88	0,82	0,87	0,95	-0,86	1,00	1	-0,46	0,08
x9	0,30	0,55	0,63	0,75	0,66	0,77	-0,84	0,77	0,75	1	0,21
x10	0,11	0,32	0,53	0,74	0,68	0,69	-0,75	0,81	0,82	0,90	1

Сильнейшая мультиколлинеарность факторов не подтверждается в исследовании их первых разностей. Наблюдается явная коллинеарность только между производством природного газа и потреблением газа/добычей угля, а также между генерацией и потреблением ядерной

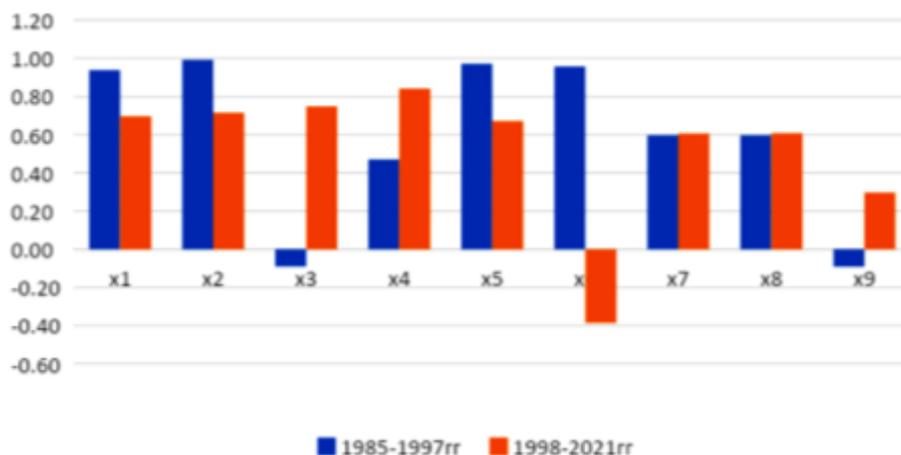


Рис. 4. Изменение характера тесноты связи факторных признаков с результатом

Анализируя тесноту связи экзогенных переменных с эндогенной в двух временных периодах, замечен рост влияния одной группы факторов (производство природного газа, его потребления и генерации гидроэлектроэнергии), а также снижение влияния другой группы факторов (производство нефти, ее потребление, добыча угля, его потребление). Третья группа факторов (генерация и потребление ядерной энергии) характеризуется постоянством тесноты связи (см. рис. 4).

Таблица 5

№ п/п	Модель	Коэффициент детерминации	Значимость F-статистики	Значимость по t-критерию
1	$Y = 92,33 + 0,25 \cdot X_1 + 2,44 \cdot X_2 + 0,68 \cdot X_3 + 140,95 \cdot X_6$	0,871	$5,21 \cdot 10^{-9}$	0,548 0,004 0,001 $4,61 \cdot 10^{-5}$ $9,64 \cdot 10^{-7}$
2	$Y = 44,26 + 2,92 \cdot X_2 + 1,78 \cdot X_4 + 108,93 \cdot X_6 - 0,59 \cdot X_7$	0,984	$1,54 \cdot 10^{-17}$	0,414 $3,26 \cdot 10^{-10}$ $4,93 \cdot 10^{-15}$ $1,94 \cdot 10^{-11}$ 0,000
3	$Y = 99,10 + 0,38 \cdot X_1 + 3,40 \cdot X_2 + 154,96 \cdot X_6 + 0,87 \cdot X_9$	0,715	$8,81 \cdot 10^{-6}$	0,758 0,003 0,001 0,002 0,177
4	$Y = 362,21 + 2,91 \cdot X_2 + 0,87 \cdot X_3 + 92,41 \cdot X_6 - 0,78 \cdot X_9$	0,818	$1,35 \cdot 10^{-7}$	0,149 0,001 0,000 0,007 0,149
5	$Y = 608,42 + 2,51 \cdot X_2 + 0,58 \cdot X_5 + 103,48 \cdot X_6 - 0,25 \cdot X_9$	0,604	$1,82 \cdot 10^{-4}$	0,118 0,152 0,125 0,033 0,754
6	$Y = 144,96 + 2,58 \cdot X_2 + 0,69 \cdot X_3 + 156,21 \cdot X_6 + 131,52 \cdot X_{10}$	0,836	$5,14 \cdot 10^{-5}$	0,385 0,003 0,002 0,000 0,795
7	$Y = -43,24 + 2,32 \cdot X_2 + 1,78 \cdot X_4 + 127,05 \cdot X_6 - 211,97 \cdot X_{10}$	0,952	$6,04 \cdot 10^{-8}$	0,646 $5,07 \cdot 10^{-5}$ $1,51 \cdot 10^{-6}$ $4,12 \cdot 10^{-6}$ 0,451
8	$Y = 1377,43 + 4,44 \cdot X_2 + 1,31 \cdot X_5 - 5,38 \cdot X_7 + 2239,74 \cdot X_{10}$	0,690	0,0015	$3,07 \cdot 10^{-7}$ 0,008 0,007 0,000 0,008

Уменьшив размерность задачи, учитывая мультиколлинеарность, подтвержденную для первых разностей, и определим шесть регрессоров для дальнейшего моделирования (см. табл. 5).

Многофакторные линейные модели имеют серьезное преимущество перед любыми другими моделями [10]. В частности, полученные модели объясняют вариацию выбросов на 60-85%, что характеризует достаточно высокое качество. Модели адекватны по критерию Фишера (уравнения регрессии значимы), большая часть коэффициентов регрессии значима. Три последние в таблице 5 модели включают фактор «потребление энергии возобновляемых источников», поэтому построены на временном промежутке, по которому источник представил данные (2006-2021 гг.).

Интерпретируя коэффициенты моделей, видно, что рост производства нефти на 1 млн тонн в сутки приводит к увеличению выбросов на 0,2-0,4 млн тонн, потребления нефти – на порядок выше (на 2-4 млн тонн), возрастание производства природного газа на 1 млрд куб. м увеличивает выбросы на 0,7 млн тонн, добыча угля – на 0,6-1,3 млн тонн, генерация ядерной энергии снижает выбросы на 0,6 млн тонн. Надо отметить, что вариация факторов, связанных с гидроэлектроэнергией и энергией возобновляемых источников, также снижает выбросы, однако этот процесс не характеризуется устойчивостью. Объемы потребления энергии возобновляемых источников в настоящий момент не существенны, регрессионный анализ определяет данный фактор как наиболее незначимый при построении модели.

Наиболее чувствительны выбросы углекислого газа к изменению потребления угля, изменение на 1 которого приводит к росту выбросов на 90-160 млн тонн.

3. Выводы

Из представленного аналитического исследования показателей можно сделать следующие выводы:

Роль факторов, определяющих выбросы диоксида углерода в атмосферу, меняется. За последние два десятилетия выросло влияние факторов, связанных с природным газом и генерацией гидроэлектроэнергии, произошло снижение влияния других факторов: производство и потребление нефти, добыча и потребление угля.

Ресурс к снижению выбросов у России имеется, например, в части использования ядерной энергии, гидроэлектроэнергии и энергии возобновляемых источников. Оптимизация данных процессов следует активно и разумно развивать.

Рост использования гидроэлектроэнергии приводит к значимому снижению диоксида угле-

Литература

1. Васильев А. Выбросы углекислого газа в атмосферу стали рекордными в истории // Российская газета <https://rg.ru/2019/11/26/vybrosy-uglekislogo-gaza-v-atmosferu-stali-rekordnymi-v-istorii.html>
2. Акаев, А. А. От Рио до Парижа: достижения, проблемы и перспективы в борьбе с изменением климата // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87, №. 7. – С. 587–598.
3. Плотникова И.Н., Володин С.А., Кочнева Ю.Ю., Салыхова А.Р. Актуальные вопросы декарбонизации. Часть 1 / Под научной редакцией М.Х. Салахова и М.С. Тагирова – Казань: Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2021. -56 с.
4. Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Олеценко А.М., Корсакова Т.Г. Динамика выбросов в атмосферу промышленного города загрязняющих веществ // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/02/31169> (дата обращения: 08.04.2023).
5. Юлкин М.А. Глобальная декарбонизация и ее влияние на экономику России [Электронный ресурс]. // URL: https://downloads.igce.ru/news/Yulkin_M_A_ext_abstract_IGCE_06022019.pdf
6. Фатерина А.А. Способы обеспечения экономической и энергетической безопасности при декарбонизации российской экономики / Государственное управление. Электронный вестник Выпуск № 95. Декабрь 2022 г. - С. 41-52.
7. Ильясов Р.Х. Выбросы углекислого газа в мире: сплайн-анализ тенденций / Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. №2 (70) 2022. – с. 55-61.
8. Филимонова И. В., Немов В. Ю., Проворная И. В., Ожогова Л. М. Исследование динамики выбросов CO₂ в странах АТР и постсоветского пространства / Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2021. № 2. С. 15-30.
9. Сайт статистического обзора мировой энергетики от компании British Petroleum <http://www.bp.com/statisticalreview> (дата обращения 16.03.2023)
10. Худякова О.Ю., Исмаилова А.М. Современные тренды развития мирового и российского рынка нефти / Научные междисциплинарные исследования: сборник статей XV Международной научно-практической конференции. – Саратов: НОО «Цифровая наука». – 2021. – с.143-150.

References:

1. Vasil'ev A. Vybrosov uglekislogo gaza v atmosferu stali rekordnymi v istorii // Rossijskaya gazeta <https://rg.ru/2019/11/26/vybrosov-uglekislogo-gaza-v-atmosferu-stali-rekordnymi-v-istorii.html>
2. Akaev, A. A. Ot Rio do Parizha: dostizheniya, problemy i perspektivy v bor'be s izmeneniem klimata // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. – 2017. – T. 87, №. 7. – S. 587–598.
3. Plotnikova I.N., Volodin S.A., Kochneva YU.YU., Salyahova A.R. Aktual'nye voprosy dekarbonizacii. CHast' 1 / Pod nauchnoj redakciej M.H. Salahova i M.S. Tagirova – Kazan': Izd-vo «FEN» Akademii nauk RT, 2021.- 56 s.
4. Surzhikov D.V., Kislicyna V.V., Oleshchenko A.M., Korsakova T.G. Dinamika vybrosov v atmosferu promyshlennogo goroda zagryaznyayushchih veshchestv // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. 2014. № 2 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/02/31169> (data obrashcheniya: 08.04.2023).
5. Yulkin M.A. Global'naya dekarbonizaciya i ee vliyanie na ekonomiku Rossii [Elektronnyj resurs]. // URL: https://downloads.igce.ru/news/Yulkin_M_A_ext_abstract_IGCE_06022019.pdf
6. Faterina A.A. Sposoby obespecheniya ekonomicheskoy i energeticheskoy bezopasnosti pri dekarbonizacii rossijskoj ekonomiki / Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyj vestnik Vypusk № 95. Dekabr' 2022 g. - S. 41-52.
7. Il'yasov R.H. Vybrosov uglekislogo gaza v mire: splajn-analiz tendencij / Sovremennye naukoymkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. №2 (70) 2022. – s. 55-61.
8. Filimonova I. V., Nемов V. YU., Provornaya I. V., Ozhogova L. M. Issledovanie dinamiki vybrosov CO2 v stranah ATR i postsovetskogo prostranstva / Aziatsko-Tihookeanskij region: ekonomika, politika, pravo. 2021. № 2. S. 15-30.
9. Sajt ctatisticheskogo obzora mirovoj energetiki ot kompanii Britisch Petroleum <http://www.bp.com/statisticalreview> (data obrashcheniya 16.03.2023)
10. Hudyakova O.YU., Ismailova A.M. Sovremennye trendy razvitiya mirovogo i rossijskogo rynka nefli / Nauchnye mezhdisciplinarnye issledovaniya: sbornik statej XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Saratov: NOO «Cifrovaya nauka». – 2021. – s.143-150.