

Последствия введения пограничного углеродного регулирования в Китае для российской экономики: анализ на основе GTAP-моделей¹

Давыдова А.Ю., Макаров И.А., Смоловик Е.В.

Приложение 1.

Определение цен на углерод в ЕС и Китае

Так как модель откалибрована на данных 2014 г., то цена корректируется также на уровень цен 2014 г. Среднее соотношение евро к долл. за период 2000–2023 гг. составило 1,18 долл. за 1 евро². Учитывая среднюю инфляцию в Европе за период 2000–2023 гг. 2,12%³, стоимость сертификата 128 евро (табл. 1.1) в ценах 2030 г. составляет примерно 108 долл. США за т CO₂-экв. в ценах 2014 г. Чтобы отобразить текущую ситуацию регулирования ЕС в нулевом сценарии (80 евро в ценах 2023 г.), будет вводиться цена на углерод 78 долл. США за т CO₂-экв. в ценах 2014 г.

¹ Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

² См.: <https://www.macrotrends.net/2548/euro-dollar-exchange-rate-historical-chart>

³ См.: <https://www.inflationtool.com/rates/euro/historical> (за период 2000–2023 гг.)

Давыдова Алтана Юрьевна – эксперт научно-учебной лаборатории экономики изменения климата, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; с.н.с. Института международной экономики и финансов Всероссийской академии внешней торговли Минэкономразвития РФ; ассистент кафедры микро- и макроэкономического анализа Экономического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. E-mail: aydavydova@hse.ru

Макаров Игорь Алексеевич – к.э.н., руководитель Департамента мировой экономики, заведующий научно-учебной лабораторией экономики изменения климата, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». E-mail: imakarov@hse.ru

Смоловик Елизавета Владимировна – м.н.с. научно-учебной лаборатории экономики изменения климата, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». E-mail: esmolovik@hse.ru

Статья поступила: 27.02.2025/Статья принята: 11.09.2025.

Таблица 1.1.

Прогнозы цены на углерод в ЕС к 2030 г.

Источник	Прогнозируемая цена к 2030 г. (евро за т CO ₂ -экв.)
Коперникус-Проект Ariadne (2022) ⁴	140
Statista (2024) ⁵	150
Консервативный сценарий (предложен авторами)	Средняя цена за последние два года 2022–2024 гг. составила около 80 евро в ценах 2023 г. ⁶ Предполагая среднегодовую инфляцию в Европе 2,12% ⁷ , в ценах 2030 г. цена составила бы 93 евро
Среднее из прогнозов	128 евро в ценах 2030 г.

Для Китая стоимость углеродных разрешений за 2023 г. в среднем составляла 10 долл. за тонну CO₂⁸. Чтобы отобразить текущую ситуацию регулирования в Китае в нулевом сценарии, будет вводиться цена на углерод 8 долл. США за тонну CO₂ в ценах 2014 г. К 2030 г. ожидается повышение до 18 долл.⁹ Средняя инфляция составила 2,3% за 2001–2022 гг.¹⁰, таким образом, 18 долл. в ценах 2030 г. будет составлять примерно 13 долл. в ценах 2014 г.

⁴ См.: https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2023/30003-Ariadne-Documentation_ETSWorkshopBruessel_December2022.pdf

⁵ См.: <https://www.statista.com/statistics/1401657/forecast-average-carbon-price-eu-emissions-trading-system/#statisticContainer>

⁶ Согласно Ember Climate, средняя цена разрешений на выбросы ЕС СТВ варьировалась за январь 2022 г. – январь 2024 г. от 60 до 100 евро. (<https://ember-climate.org/data/data-tools/carbon-price-viewer/>)

⁷ См.: <https://www.inflationtool.com/rates/euro/historical> (за период 2000–2023 гг.)

⁸ См.: <https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets>

⁹ См.: [https://chinadialogue.net/en/climate/china-carbon-market-turns-two-how-has-it-performed/#:~:text=The%20carbon%20price%20of%20China's,100%20euros%20\(%24110\)%20per%20tonne%20:](https://chinadialogue.net/en/climate/china-carbon-market-turns-two-how-has-it-performed/#:~:text=The%20carbon%20price%20of%20China's,100%20euros%20(%24110)%20per%20tonne%20:)

«Slater's survey found that stakeholders predict China's national carbon price will "rise steadily" in the years to come, increasing to 87 yuan (\$12) per tonne in 2025 and 130 yuan (\$18) per tonne by the end of the decade.»

¹⁰ См.: <https://www.inflationtool.com/rates/china/historical>

Приложение 2.

Агрегация секторов и регионов в модели

Таблица 2.1.

Агрегация секторов, подпадающих под углеродное регулирование

Агрегированный сектор	Описание сектора	Код GTAP	Подпадают под углеродное регулирование ЕС СТВ ¹¹	Подпадают под ПКУМ ЕС ¹²
Oil products	Нефтепродукты и коксохимические продукты	p_c	Подпадают под регулирование со стороны спроса	
Gas	Производство и распределение природного газа	gas		
Coal	Уголь	coa		
Oil	Нефть	oil		
Electricity	Электроэнергия	Ely (для GTAP) TnD (для GTAP-Power) – transmission and distribution of electricity	+ (Электроэнергия)	+ (Электроэнергия)
Mineral products	Минеральные продукты, не включенные в другие сектора	nmm	+ (цемент, известняк, стекло, кирпич, керамика)	+ (цемент)
Ferrous metals	Черные металлы	i_s	+ (железо и сталь)	+ (железо и сталь)
Chemical products	Химическая промышленность	chm	+ (аммиак, азотная, адипиновая и глиоксиловая кислоты)	+ (удобрения)
Nonferrous metals	Металлы, не включенные в другие сектора (цветные металлы)	nfm	+ (алюминий)	+ (алюминий)

¹¹ См.: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-emissions-trading-system_en; <https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets>

¹² См.: https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-11/CBAM%20Guidance_EU%20231121%20for%20web_0.pdf (CBAM EU 2023)

Продолжение табл. 2.1.

Агрегированный сектор	Описание сектора	Код GTAP	Подпадают под углеродное регулирование ЕС СТВ	Подпадают под ПКУМ ЕС
Metal products	Изделия из металлов	fmp	+ (сталелитейная продукция, металлы) ¹³	+ (танкеры, трубы, контейнеры)
Other energy intensive products	Полезные ископаемые, не включенные в другие сектора; бумажная продукция, продукция издательской деятельности	oxt, ppp	+ (гипс, целлюлоза, бумага)	
Transport	Морской транспорт, воздушный транспорт, другие виды транспорта (наземный транспорт и трубопроводы)	wtp, atp, otp	+ ¹⁴	
Machinery and transport equipment	Машины и оборудование, в том числе автомобили и их запчасти, транспортное оборудование	ome, mvh, otn		
Electronic equipment	Электронное оборудование, электрооборудование	ele, eeq		
Wood	Изделия из древесины	lum		
Textile and apparel	Текстиль, одежда для ношения, изделия из кожи	tex, wap, lea		
Food industry	Продукты из мяса крупного рогатого скота, овец и коз, мясопродукты, растительные масла и жиры, молочные продукты, обработанный рис, сахар, другие пищевые продукты, в том числе напитки и табачные изделия	cmt, omt, vol, mil, pcr, sgr, ofd, b_t		

¹³ См.: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-emissions-trading-system_en

¹⁴ См.: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-emissions-trading-system_en#sectors--gases:

1) aviation within the European Economic Area and departing flights to Switzerland and the United Kingdom;
 2) maritime transport, specifically 50% of emissions from voyages starting or ending outside of the EU and 100% of emissions from voyages between two EU ports and when ships are within EU ports.

Окончание табл. 2.1.

Агрегированный сектор	Описание сектора	Код GTAP	Подпадают под углеродное регулирование ЕС СТВ	Подпадают под ПКУМ ЕС
Other industries and services	Фармацевтика, резиновые и пластмассовые изделия, водоснабжение, строительство, торговля, размещение и питание, складирование, связь, другое финансовое посредничество, страхование, услуги в сфере недвижимости, другие бизнес-услуги, отдых и другие услуги, государственное управление, оборона, образование, здравоохранение, услуги в сфере недвижимости	bph, rpp, omf, wtr, cns, trd, afs, whs, cmn, ofi, ins, rsa, obs, ros, osg, edu, hht, dwe		
Agriculture (including forestry and fishing)	Рис, пшеница, зерновые культуры, овощи, фрукты, орехи, масличные семена, сахарный тростник, сахарная свекла, растительные волокна, зерновые культуры, крупный рогатый скот, овцы и козы, лошади, продукты животного происхождения, например, сырое молоко, шерсть, коконы шелкопряда, лесное хозяйство, рыболовство	pdr, wht, gro, v_f, osd, c_b, pfb, ocr, ctl, oap, rmk, wol, frs, fsh		

Таблица 2.2.

Агрегация регионов в модели

Группа	Регионы	Код ГТАР
CHN	China, Hong Kong	chn, hkg
RUS	Russia	rus
BRA	Brazil	bra
IND	India	ind
SAF	Southern Africa (South Africa, Botswana, Namibia, and the remainder of the South African Customs Union)	bwa, nam, zaf, xsc
ARM	Armenia	arm
BLR	Belarus	blr
KAZ	Kazakhstan	kaz
KGZ	Kyrgyzstan	kgz
UZB+TKM	Uzbekistan, Turkmenistan	xsu
OFSU	Other countries formerly in the Soviet Union (Tajikistan, Ukraine)	tjk, ukr
LCAM	Latin and Central America (Mexico, the remainder of North America, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Peru, Uruguay, Venezuela (Bolivarian Republic of), the remainder of South America, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama, El Salvador, the remainder of Central America, Dominican Republic, Jamaica, Puerto Rico, Trinidad and Tobago, the remainder of the Caribbean)	mex, xna, arg, bol, chl, col, ecu, pry, per, ury, ven, xsm, cri, gtm, hnd, nic, pan, slv, xca, dom, jam, pri, tto, xcb
EAS	East Asia (Japan, Korea, Mongolia, Taiwan, the remainder of East Asia)	jpn, kor, mng, twm, xea
SEAS	Southeast Asia (Brunei, Cambodia, Indonesia, Laos, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand, Vietnam, the remainder of Southeast Asia)	brn, khm, idn, lao, mys, phl, sgp, tha, vnm, xse
SAS	South Asia (Bangladesh, Nepal, Pakistan, Sri Lanka, the remainder of South Asia)	bgd, npl, pak, lka, xsa
WASM	West Asia and MENA (Azerbaijan, Iran, Israel, Bahrain, Georgia, Jordan, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia, Syria, Turkey, Egypt, Morocco, Tunisia, United Arab Emirates, the remainder of West Asia, the remainder of North Africa)	aze, geo, bhr, irn, isr, jor, kwt, omn, qat, sau, tur, are, xws, egy, mar, tun, xnf

Окончание табл. 2.2.

Группа	Регионы	Код GTAP
EU+	EU + UK + European Free Trade Association (EFTA) countries: Iceland, Liechtenstein, Norway, Switzerland + Albania, the remainder of Eastern Europe, the remainder of Europe	aut, bel, bgr, hrv, cyp, cze, dnk, est, fin, fra, deu, grc, hun, irl, ita, lva, lit, lux, mlt, nld, pol, prt, rou, svk, svn, esp, swe, gbr, che, nor, xef, alb, xee, xer
NAM	North America (USA, Canada)	usa, can
PAC	Pacific (Australia, New Zealand, the remainder of Oceania)	aus, nzl, xoc
ROW	East Africa, West Africa, Rest of the world	ben, bfa, cmr, civ, gha, gin, nga, sen, tgo, xwf, xcf, xac, eth, ken, mdg, mwi, mus, moz, rwa, tza, uga, zmb, zwe, xec, xtw

Источник: составлено авторами на основе классификации регионов GTAP¹⁵.

¹⁵ Региональная классификация GTAP 10. (<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/regions.aspx?version=10.131>)

Приложение 3.

Товарные группы, подпавшие под санкции ЕС, США и Канады

Таблица 3.1.

Список кодов ТН ВЭД товарных групп, подпавших под санкции в отношении торговых потоков из России в ЕС (до восьмого пакета санкций включительно)¹⁶

Сектор	ТН ВЭД коды
Уголь	2701
Нефть	270900,2710
Газ ¹⁷	
Нефтепродукты	3901,2702,270400,270600,2707,271019,271020,271012,2703,2705,2711,2712,2713,2714
Электроэнергия ¹⁸	
Химическая промышленность	2208,2825,2835,2901,2902,2905,2907,2909,310420,310520,310560,31059020,31059080,3902,2811,2818,2834,2836,2903,290511,2914,2915,2917,2922,2923,2931,2933,3301,3304,3305,3306,3307,3401,3402,3404,3801,3811,3812,3817,3819,3823,3824,3903,3904,3907,3908,2708,2709
Черная металлургия	720810,720825,720826,720827,720836,720837,720838,720839,720840,720852,720853,720854,721114,721119,721260,722519,722530,722540,722619,722691,720915,720916,720917,720918,720925,720926,720927,720928,720990,721123,721129,721190,722550,722620,722692,721041,721049,721061,721069,721230,721250,722592,722599,722699,721020,721030,721090,721220,722591,721070,721240,721011,721012,721050,721210,720851,720890,721911,721912,721913,721914,721922,721923,721924,722011,722012,721931,721932,721933,721934,721935,721990,722020,722090,721921,721430,721491,721499,721590,721610,721621,721622,721640,721650
Цветная металлургия	7606,7801,7112,7108,711291,7113

¹⁶ Списки товарных групп, включающие более 100 товарных кодов, для краткости представлены в более агрегированном четырехзначном виде.

¹⁷ См.: <https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo106.pdf>

ТЭК России в условиях санкционных ограничений 2022 г. // Энергетические тренды. Вып. № 106. Март 2022. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации.

¹⁸ Приостановка поставок электроэнергии в Финляндию, Латвию, Литву и Эстонию (<https://www.vesti.ru/finance/article/2756670>)

Окончание табл. 3.1.

Сектор	ТН ВЭД коды
Минеральная продукция	2523,6810,7005,7007,7010,7019,6806,6807,6808,6814,6815,6902,6907
Металлические изделия	7309,7310,7311,7312,7313,7314,7315,7316,7317,7318,7319,7320,7321,7324,7325,7326,8207,8212,8302,8309,8481,9401
Целлюлозная промышленность, добыча металлических руд и прочая добыча полезных ископаемых	4705,4804,4703,4801,4802,4803,4805,4810,4811,4818,4819,4823,2701,27030000,2704,2715
Электронное оборудование	7322,7323,8471,8502,8503,8504,8511,8516,8517,8523,8525,8526,8531,8535,8536,8537,8538,8539,8541,8542,8543,8544,8545,9006,9013,9014,9026,9027,9030,9031,9032,9406
Машины и транспортное оборудование	8411,8431,8901,8904,8905,8407,8408,8409,8412,8413,8414,8418,8419,8421,8422,8424,8426,8450,8455,8466,8467,8474,8477,8479,8480,8482,8483,8487,8501,8603,8606,8701,8703,8704,8716,8802,8903,9001

Источник: составлено авторами.

Таблица 3.2.

Список кодов ТН ВЭД товарных групп, подпавших под санкции в отношении торговых потоков из ЕС в Россию (до восьмого пакета санкций включительно)¹⁹

Сектор	ТН ВЭД коды
Нефтепродукты	27101983,27101999,27101270,27101929,27101921,27102090,27112090,27122090,270200,270400,271210,271290,382790,382600,271019,382600,2712,2713,2714
Химическая промышленность	2207,2208,3303,3304,3305,3307,3811,3812,3813,2826,29,2707,2708,2804,2806,2811,2813,2814,2815,2818,2819,2820,2827,2828,2829,2832,2833,2834,2836,2839,2840,2841,2843,2847,2901,2902,2903,2904,2905,2906,2907,2909,2910,2911,2912,2914,2915,2916,2917,2920,2921,2922,2930,2933,3201,3202,3203,3204,3205,3206,3207,3208,3209,3210,3212,3214,3215,3403,3505,3506,3701,3702,3703,3806,3807,3809,3810,3814,3815,3816,3817,3819,3820,3823,3824,3825,3901,3902,3903,3904,3905,3906,3907,3908,3909,3912,4002,2803,3826
Черная металлургия	7304,7305,7306,7202,7207,7210,7211,7212,7213,7215,7216,7218,7222,7224,7225,7226,7228,7229,7301,7307,7208,7209,7219,7220,7308,73

¹⁹ Списки товарных групп, включающие более 100 товарных кодов, для краткости представлены в более агрегированном четырехзначном виде.

Окончание табл. 3.2.

Сектор	ТН ВЭД коды
Цветная металлургия	7107,7108,7109,7110,7111,7113,7407,7408,7409,7411,7415,7505,7506,7507,7508,7605,7606,7607,7611,7612,7613,7616,7804,7905,8001,8003,8007,8101,8102,8105,8109,7610,75,76,78,79,80,81,7112,2818
Минеральная продукция	7101,6911,6912,6914,7009,7010,7013,7018,7020,9405,6813,7002,7005,7007,6903,2518,2521,2522,2715,3801,6802,6804,6806,6807,6809,6810,6811,6814,6901,6904,6905,6906,6907,6909,7003,7004,7011,8547,7104,6913
Металлические изделия	82071300,82071910,82140000,82150000,93070000,730900,731412,731824,732020,732429,820220,820760,820810,820820,820830,820890,830120,830170,830230,830710,830990,840212,840219,840220,840290,840410,840420,840490,848020,848030,848060,940690,7310,7311,74,82071300,82071910,8401,8402,8403,8404,8405,8481,82071300,82071900,74,82071300,82071900,8401,8402,8403,8404,8405,8481,8214,8215,9307,82151000,82152000,82159100,82159900,93070000
Целлюлозная промышленность, добыча металлических руд и прочая добыча полезных ископаемых	9619,4907,4821,4901,4911,2508,2509,2512,2515,2519,2520,2525,2526,2530,2701,2703,4701,4703,4704,4705,4706,4707,4802,4804,4805,4806,4807,4808,4809,4810,4811,4814,4819,4822,4823,4906,5905,26,27,8443,2715,2606
Электронное оборудование	9006,9029,9405,8414,8418,8422,8443,8450,8451,8471,8508,8509,8516,8517,8526,8529,8531,8543,9504,8519,8521,8527,8528,9007,8511,8512,8544,9101,9102,9103,9104,9105,9108,9109,9110,9111,9112,9113,9201,9005,9013,9015,9024
Машины и транспортное оборудование	8413,8430,8431,8705,8905,8414,8418,8419,8421,8479,8901,8902,8903,8904,8906,8908,8406,8407,8408,8415,8423,8443,8452,8470,8472,8409,8411,8428,8483,8603,8605,8607,8702,8703,8706,8707,8708,8711,8712,8714,8716,88,8486,8456,8473,9001,8704,8701,8474,8485,8405,8412,8416,8417,8420,8424,8425,8426,8429,8439,8440,8441,8442,8444,8448,8451,8453,8454,8459,8461,8465,8466,8475,8477,8481,8482,8484,8602,8604,8606,8709,9401,8410,8427,8455,8457,8458,8460,8462,8463,8464,8468,8487,8422,8432,8435,8436,8437,8445,8447,8449,8450,8467,8469,8476,8478,8480,8501,8710,89,8801,8802
Текстиль и кожаные изделия	4201,4202,4205,9605,4203,4303,6101,6102,6103,6104,6105,6106,6107,6108,6109,6110,6111,6112,6113,6114,6115,6116,6117,6201,6202,6203,6204,6205,6206,6207,6208,6209,6210,6211,6212,6213,6214,6215,6216,6217,6401,6402,6403,6404,6405,6504,6505,6506,5701,5702,5703,5704,5705,5805,9114,6307,5112,5205,5206,5209,5211,5402,5403,5404,5407,5501,5502,5503,5504,5506,5507,5512,5516,5601,5604,5605,5607,5801,5803,5806,5901,5908,5910,5911,6001,6003,6005,6006,6309,57,61,62
Пищевая промышленность	1604,0710,0711,0712,2001,2003,2103,2104,2106,2203,2204,2205,2206,2402,25,0306,0307,2401,2403
Древесина	440719,440792,440794,440797,440799,440810,441113,441194,441231,441233,441294,441600,441840,441860,441879,450310,450410,940610

Источник: составлено авторами.

Приложение 4.

Сценарии санкций

Таблица 4.1.

**Изменение торговых потоков из России в страны ЕС+,
подпавших под санкции**

Сектор	Изменение в стоимостном выражении, %	Изменение в объемах поставок, %	Выбор значения для сценария (среднее из предыду- щих двух значений), %
Уголь	-97	-98	-97
Нефть	-82	нет данных	-82
Газ ²⁰	-6	-53	-53
Нефтепродукты	-86	-89	-87
Электроэнергия ²¹	-89	-92	-91
Химическая промышленность	-58	-99	-79
Черная металлургия	-55	-100	-77
Цветная металлургия ²²	-57	-34	-45
Минеральная продукция	-95	-58	-76
Металлические изделия	-83	нет данных	-83
Целлюлозная промышлен- ность, добыча металличе- ских руд и прочая добыча полезных ископаемых	-77	-100	-97
Электронное оборудование	-88	нет данных	-88
Машины и транспортное оборудование	-87	нет данных	-93

Примечание: рассчитано как изменение среднего за 2023 г. по сравнению со средним за 2018–2021 гг., %.

Источник: составлено авторами на основе данных WITS и Приложения XXII Регламента (ЕС) 833/2014. (<https://www.alta.ru/tamdoc/23a00833/>)

²⁰ Выбрано второе значение как более достоверное, которое относится к объемам поставок, вместо среднего из двух.

²¹ Приостановка поставок электроэнергии в Финляндию, Латвию, Литву и Эстонию. (<https://www.vesti.ru/finance/article/2756670>)

²² Запрет на импорт, покупку или трансфер из России товаров, которые приносят России значительные доходы, указанных в Приложении XXI Регламента (ЕС) 833/2014. ТН ВЭД группы: 7606 (Плиты, листы, полосы или ленты алюминиевые толщиной более 0,2 мм); 7801 (Свинец необработанный); 7112 (Отходы и лом драгоценных металлов); 7108, 711291, 7113 (Золото).

Таблица 4.2.

**Изменение экспортных торговых потоков из ЕС+ в Россию,
подпавших под санкции**

Сектор	Изменение в стоимостном выражении, %	Изменение в объемах поставок, %	Выбор значения для сценария (среднее из предыдущих двух значений), %
Нефтепродукты	-97	-98	-98
Химическая промышленность	-49	-100	-74
Черная металлургия	-90	-98	-94
Цветная металлургия	-42	-97	-70
Минеральная продукция	-62	нет данных	-62
Металлические изделия	-64		-64
Целлюлозная промышленность, добыча металлических руд и прочая добыча полезных ископаемых	-69		-69
Электронное оборудование	-85		-85
Машины и транспортное оборудование	-74		-74
Текстиль и кожаные изделия	-56		-56
Пищевая промышленность	-7		-7
Древесина	-66		-66

Примечание: рассчитано как изменение среднего за 2023 г. по сравнению со средним за 2018–2021 гг., %.

Источник: составлено авторами на основе данных WITS и Приложения XXII Регламента (ЕС) 833/2014²³. (<https://www.alta.ru/tamdoc/23a00833/>)

²³ Пример: Запрет на продажу, поставки, передачу или экспорт товаров и технологий, используемых в авиационной или космической отраслях, перечисленных в Приложении XI Регламента (ЕС) 833/2014, а также реактивное топливо и присадки к топливу, как указано в Приложении XX, любому физическому или юридическому лицу, организации или органу в России или для использования в России. Также запрещается осуществлять любое связанное с этим страхование и перестрахование, а также некоторые действия по техническому обслуживанию.

Таблица 4.3.

**Изменение внешнеторговых потоков между Северной Америкой и Россией,
подпавших под санкции**

Сектор	Изменение в стоимостном выражении, %	Изменение в объемах поставок, %	Выбор значения для сценария (среднее из предыдущих двух значений), %
Ограничения на импорт Северной Америки из России			
Нефть	-100	-100	-100
Нефтепродукты	-100	-100	-100
Ограничения на экспорт из Северной Америки в Россию			
Электронное оборудование	-87		-87
Машины и транспортное оборудование	-98	нет данных	-98

Примечание: рассчитано как изменение среднего за 2023 г. по сравнению со средним за 2018–2021 гг., %.

Источник: составлено авторами на основе: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2022-03-16/pdf/2022-05604.pdf>; <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2022-03-10/pdf/2022-05232.pdf>²⁴

Приложение 5.

Секторальные эффекты санкций и текущего углеродного регулирувания и дискуссия о надежности оценок

Санкции в первую очередь приводят к снижению выпуска в энергетических отраслях и положительно сказываются на выпуске энергоемких отраслей (химическая промышленность, черная и цветная металлургия), а также на электрооборудовании и машинах и транспортном оборудовании (табл. 5.1). Это объясняется снижением экспорта нефтепродуктов, в меньшей степени – газа и угля. Суммарный экспорт сырой нефти не снижается, что говорит о переориентации экспортных потоков. Рост производства оборудования объясняется необходимостью его импортозамещения, а также тем, что факторы производства из энергетических отраслей перетекают в энергоемкие отрасли и отрасли об-

²⁴ Санкции выбирались исходя из релевантности к энергетическому сектору и потенциально существенному влиянию на экономическую активность (в частности, размер торгового потока товарной группы до введения санкций).

рабатывающей промышленности. В сценарии текущего регулирования также наблюдается небольшой рост выпуска энергоемких отраслей и некоторых энергетических товаров, так как в этом сценарии не предполагается введение пограничных углеродных барьеров со стороны Китая или ЕС.

Таблица 5.1.

**Изменение реального выпуска России по секторам, в % и млн долл. США
от введения санкций и текущего углеродного регулирования**

Сектор	Сценарий «Санкции»	Сценарий 0 («Текущее регулирование»)
Уголь	-11,5 (-3483,7)	0,8 (215,9)
Нефть	-4,9 (-14055,4)	0,0 (181,9)
Газ	-0,5 (-707,6)	-0,0 (-66,3)
Нефтепродукты	-10,5 (-24750,5)	0,0 (89,3)
Химическая промышленность	16,3 (7428,6)	0,3 (169,3)
Черная металлургия	8,6 (6620,3)	0,1 (146,5)
Цветная металлургия	13,7 (7590,2)	0,3 (202,9)
Металлические изделия	13,0 (2945,9)	0,0 (1,2)
Минеральная продукция	2,2 (930,1)	0 (0,0)
Электроэнергия (агрегированный)	1,0 (1753,4)	0,0 (12,6)
Электрооборудование	15,5 (9024,0)	-0,1 (-96,8)
Машины и транспортное оборудование	23,8 (26509,5)	-0,0 (-102,1)
Транспортные услуги	2,2 (4575,1)	-0,0 (-43,0)

Источник: составлено авторами.

Согласно модели, Китай сыграл значимую роль в переориентации экспорта сырой нефти, угля и нефтепродуктов после введения санкций: 32–37% роста российского экспорта в регионы, без учета ЕС, обеспечено экспортом в Китай. Также существенная доля переориентации экспорта химической промышленности и цветных металлов из России пришлась на экспорт в Китай (16–22%). Для краткости таблица для всех отраслей не приводится. Согласно расчетам, после введения санкций наибольший экспорт из России в Китай среди энергоемких и энергетических отраслей наблюдается в отраслях нефти (~64% от экспорта в Китай), угля (~6%), химической промышленности (~5%), цветных металлов (~4%), нефтепродуктов (~4%).

Шоки торговли России с ЕС и Северной Америкой были заданы в процентом выражении на основе изменений в торговле в 2023 г. по сравнению со средними значениями за 2018–2021 гг. Средние значения за 2018–2021 гг. были взяты как демонстрирующие состояние экономики до введения санкций. Данные ГТАР о торговых потоках не обновлялись до 2021 г., и при анализе мы ориентировались на процентные изменения в торговых потоках. Важно было учесть, что торговля с Китаем интенсифицировалась после санкций западных стран.

Далее представлено сравнение результатов изменений экспорта из России в Китай, а также из России во все остальные регионы, кроме ЕС, с фактическими изменениями в торговле, согласно данным WITS. Фактические исходные значения за 2018–2021 гг. и значения из данных GTAP 2014 г. отличаются, поэтому, на наш взгляд, корректнее сопоставлять процентные изменения, а не стоимостные. Более того, в модели мы предполагаем мобильность капитала и труда между отраслями, т.е. предполагается, что экономика перешла в новое равновесное состояние, в то время как в действительности в 2023 г. экономика России еще адаптировалась к новым условиям. Поэтому расхождение даже с фактическими процентными изменениями не может в полной мере интерпретироваться как недостоверность результатов.

Результаты показывают, что для изменений экспорта в Китай в процентах, предсказанных моделью, не наблюдается систематического завышения результатов. Процентные изменения, предсказанные моделью, выше для нефти, минеральной продукции, черных металлов, электрооборудования и электроэнергии. Для большинства перечисленных товаров разница в абсолютном выражении составляет менее 170 млн долл. Однако для нефти разница в абсолютном выражении составила 6,7 млрд долл. (рис. 5.1). Для остальных товаров, подпавших под санкции, фактическое изменение больше, чем предсказывает модель.

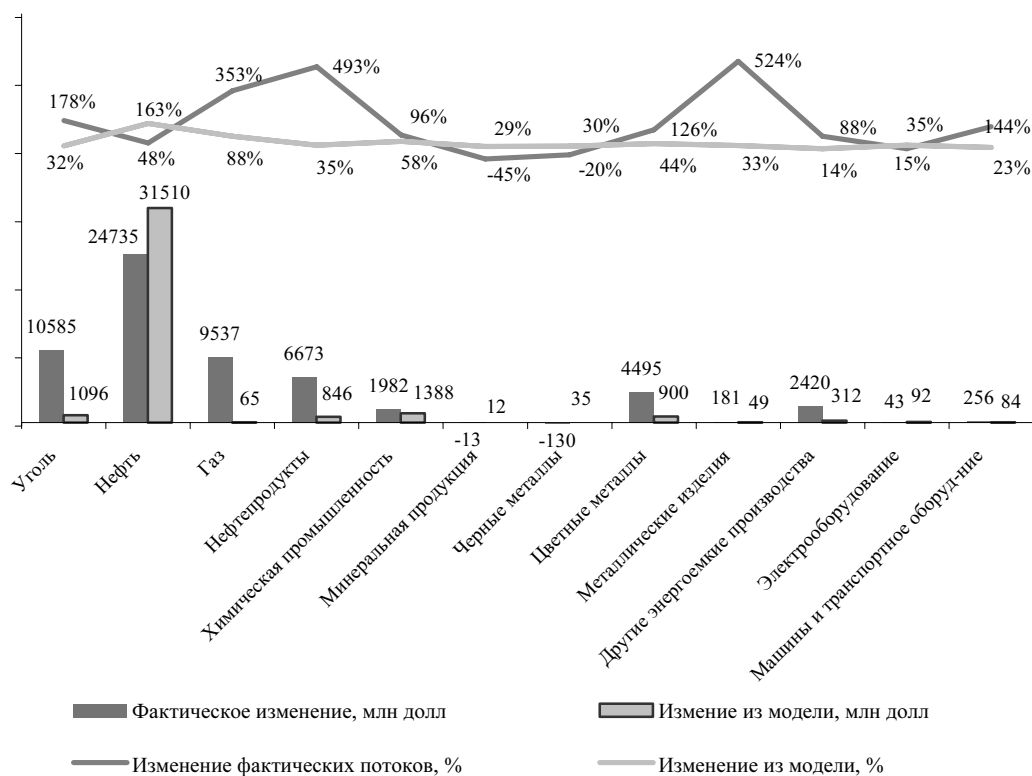


Рис. 5.1. Сопоставление изменений экспорта из России в Китай после санкций, предсказанных моделью, и фактических данных WITS, в % и млн долл.

Источник: составлено авторами.

Превышение для нефти связано с тем, что, во-первых, экспорт нефти России в 2014 г. был выше, чем в среднем в 2018–2021 гг.: согласно данным WITS, экспорт составил 156 и 111 млрд долл. соответственно. Более того, в базе данных GTAP 10 экспорт нефти составил 174 млрд долл. Такое превышение может объясняться калибровкой или использованием других источников. Однако уточнение или обновление базы данных мы оставляем для последующих исследований.

Если сопоставить изменения экспорта России во все страны, кроме ЕС, то модель предсказывает процентные изменения выше, чем фактические изменения для следующих секторов: нефти, химической промышленности, минеральной продукции, черных металлов, металлических изделий, электрооборудования, машин и транспортного оборудования. Наибольшее превышение в абсолютном выражении наблюдается для сырой нефти (30 млрд долл.), черных металлов (7 млрд долл.), электрооборудования (3 млрд долл.) и машин и транспортного оборудования (4 млрд долл.). Для газа фактическое изменение меньше, чем в модели на 4 млрд долл. Для угля, нефтепродуктов, цветных металлов, напротив, модель предсказывает изменение меньше, чем фактическое изменение как в процентном, так и абсолютном выражении – расхождения варьируются от 6 млрд долл. (для цветных металлов) до 19 млрд долл. (для нефтепродуктов).

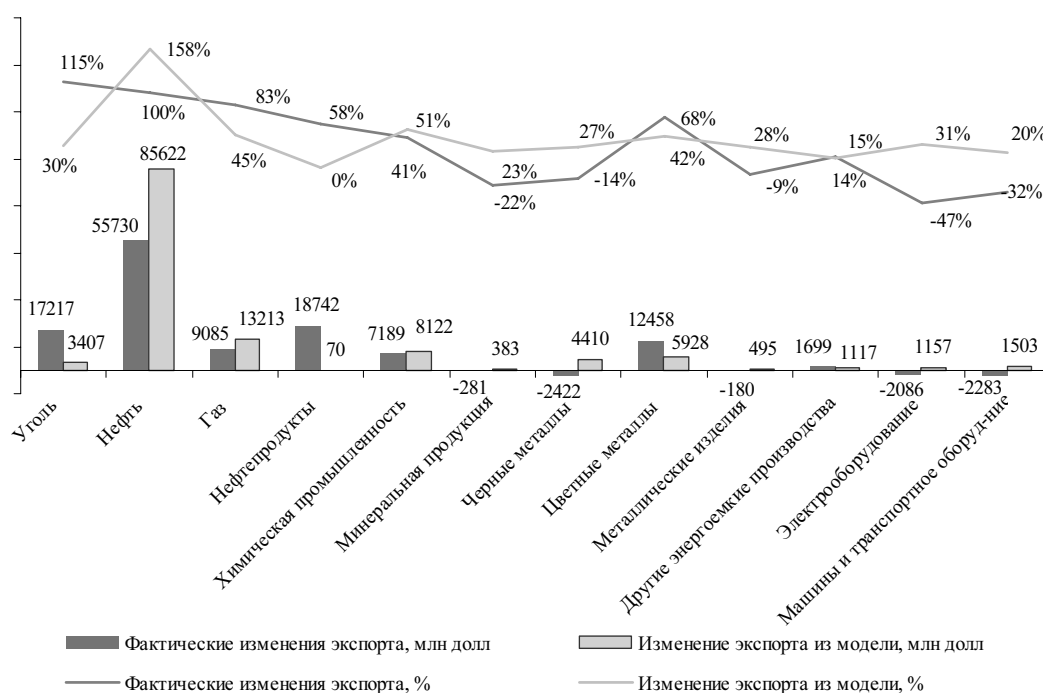


Рис. 5.2. Изменения экспорта из России во все страны, кроме ЕС, после санкций, предсказанных моделью, и фактических данных, в % и млн долл.

Источник: составлено авторами.

Далее обсудим надежность оценок эффекта санкций на реальный ВВП и другие макроэкономические показатели. Достаточно трудно судить о точности наших оценок этого эффекта. Во-первых, мы не можем наблюдать, какой бы была экономика, если бы санкций не было. Во-вторых, экономика России все еще находится на этапе адаптации к новым условиям. Более того, если сопоставить темпы роста до и после 2022 г., за 2012–2021 гг. средний темп роста составляет 1,6%, а за 2022–2024 гг. среднегодовой темп роста составил 2,3%²⁵. То есть темпы роста после санкций выше, чем до санкций.

Тем не менее можно заметить, что в модели импорт в стоимостном выражении снижается достаточно сильно – на 14,6%, в то время как, согласно внешнеторговой статистике, стоимость импорта за 2023 г. по сравнению с 2018–2021 гг. выросла на 10,2%²⁶. Стоимость экспорта, согласно модели, изменилась на –12,9%, в то время как, согласно статистике, стоимость экспорта снизилась на –3% за 2023 г. по сравнению с 2018–2021 гг. Поэтому рассмотрим альтернативные варианты задания экзогенных переменных (замыкания) в сценариях и устойчивость результатов к изменению параметра замещения иностранных и отечественных товаров в функциях спроса.

Так как торговый баланс снижается сильнее в реальных данных, чем в модели, один из способов повлиять на изменение торгового баланса – изменить правило задания доли сбережений в национальном доходе. Согласно макроэкономическому тождеству $EX - IM = S - I$, а так как в исходных предположениях доля сбережений в национальном доходе фиксирована, то во втором способе расчета предположим, что переменная, отвечающая за процентное изменение нормы сбережений, будет эндогенной. Чтобы сбалансировать число эндогенных и экзогенных переменных, предположим также, что сумма государственных и частных расходов будет неизменной, т.е. изменения госрасходов и расходов домохозяйств в постоянных ценах уравниваются друг друга, следуя подходу [McDougall et al., 2012]. В результате норма сбережений снижается сильнее, что приводит к снижению сбережений на 19,4% и инвестиций на 6,5% во втором способе, по сравнению с первым способом – на 6,9% для сбережений и 4,1% для инвестиций соответственно. Импорт во втором способе снижается меньше: на 11% по сравнению с 15% в первом случае. Экспорт во втором случае снижается сильнее: на 17% по сравнению с первым случаем на 13%. Таким образом, торговый баланс снижается сильнее во втором случае, чем в первом, что приближает к более реалистичному результату. Реальный ВВП также снизился сильнее: на 1,1 п.п. относительно базового состояния во втором случае, и на 0,9 п.п. в первом случае.

Второй аспект, который может повлиять на торговые потоки, – степень замещения отечественных товаров и иностранных товаров. В функциях потребления есть параметр, отвечающий за степень замещения отечественного товара и композита импортируемых товаров из разных стран (ESBD), а также степень замещения между импортируемыми товарами каждого сектора из разных стран (ESBM). ESBD различается по отраслям – среди товаров наименьшее значение у нефтепродуктов (2,1) и наибольшее для газа и нефти (10,4). Как правило, ESBM принято задавать как значение, в два раза превышающее ESBD. В третьем способе оценки мы предположим, что ESBD составляет 75% от исходных зна-

²⁵ См.: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts> (Дата обращения 08.08.2025).

²⁶ Статистика внешнего сектора. Банк России. (https://cbr.ru/statistics/macro_itm/external_sector/pb/) (Дата обращения 08.08.2025).

чений, т.е. становится труднее заместить импортируемые товары отечественными и наоборот. А степень замещения импорта из разных стран (ESBM) оставим как есть. Результаты показывают, что импорт снижается меньше, чем в первом случае (–8,8% по сравнению с –14,6%), экспорт снижается сильнее (–15,5% по сравнению с –12,9%), что можно рассматривать как приближение к более реалистичному результату. Тем не менее реальный ВВП снижается так же, как и в первом сценарии на 0,9 п.п. относительно базового состояния экономики. Таким образом, результат для реального ВВП остается довольно близким к исходному при изменении предпосылок.

Таблица 5.2.

**Устойчивость оценок эффекта от санкций
в зависимости от замыканий или параметров**

	Способ 1	Способ 2	Способ 3
Реальный ВВП, п.п.	–0,94	–1,06	–0,94
Частное потребление в постоянных ценах, п.п.	–4,0	–0,3	–0,3
Госпотребление в постоянных ценах, п.п.	–2,5	0,8	1,0
Инвестиции в постоянных ценах, п.п.	–4,1	–6,5	–7,2
Экспорт с учетом изменения цен, п.п.	–12,9	–17,3	–15,5
Импорт с учетом изменения цен, п.п.	–14,6	–11,2	–8,8
Изменение в замыканиях и параметрах	Доля сбережений в национальном доходе фиксиро- вана	Доля сбережений в национальном доходе гибкая; сумма частного и государственного потребления в реаль- ном выражении фикси- рована	Как во втором способе + степень замещения между отечественны- ми и импортируемыми товарами снижается на 25% относительно исходных значений
Комментарий	Слишком сильно снижается им- порт по сравне- нию с реальными данными	Импорт снижается меньше, экспорт сни- жается сильнее, при- ближает к изменениям, согласно реальным данным	Импорт снижается меньше, но ВВП снижается так же, как и в первом случае

Источник: составлено авторами.

Приложение 6.

Метод расчета адвалорного эквивалента пограничной цены на углерод

Согласно предварительной версии документа по ПКУМ ЕС от Европарламента 2021 г.²⁷, механизм пограничного углеродного регулирования без коррекции на национальные системы регулирования выбросов описывается следующей формулой:

$$\begin{aligned} \text{Объем платежей в рамках ПКУМ} &= \text{Количество сертификатов} * \text{Цена сертификата} = \\ &= \left[\text{Фактические объемы выбросов от производства товара}_{(\text{тонн CO}_2)} / (\text{тонн произв.продукции}) - \right. \\ &\quad \left. - \text{Объем выбросов от производства товара, разрешенный в рамках бесплатной квоты в ЕС}_{(\text{тонн CO}_2)} / (\text{тонн произв.продукции}) \right] \\ &\quad * \text{Средняя цена сертификата СТВ ЕС.} \end{aligned} \quad (1)$$

Согласно охвату Score 1, который будет действовать в 2026–2030 гг., выбросы включают прямые выбросы от использования промежуточных товаров, а в дальнейшем ожидается, что будут включать косвенные выбросы от потребления электроэнергии (Score 2). Мы рассмотрим случай, когда учитываются только прямые выбросы и когда коррекции на бенчмарки ЕС не происходят, т.е. отсутствуют бесплатные квоты для производителей ЕС, тем самым оценим верхнюю границу эффекта.

Последовательность оцениваемых сценариев схожа с подходом из работы [UNCTAD, 2021]. Сначала мы вводим внутренний углеродный платеж в ЕС и затем пограничный корректирующий платеж. Номинальные цены на углерод для ЕС СТВ и СВМ будут совпадать и равны 108 долл. за тонну CO₂ в ценах 2014 г.

Более подробно обсудим, как рассчитывается СВМ в терминах модели. Пограничный корректирующий углеродный платеж можно представить как квазиимпортный тариф. Для того чтобы определить адвалорные эквиваленты пограничного платежа, необходимо посчитать углеродоемкость отраслей. Предполагается, что выбросы происходят от сжигания энергетических товаров – угля, природного газа, нефти и нефтепродуктов. На данный момент не предполагается, что учитываются косвенные выбросы от потребления электроэнергии.

Как было отмечено ранее, в данных существует информация об объеме выбросов, соответствующих объему потребления промежуточных товаров в долларовом выражении. Промежуточные товары делятся на отечественные и импортные, поэтому выбросы также делятся на выбросы от отечественных и импортных товаров:

- CO2DF(i, j, r) – объем выбросов от потребления отечественного промежуточного товара i отраслью j в регионе r ;
- CO2IF(i, j, r) – объем выбросов от потребления импортного промежуточного товара i отраслью j в регионе r ;

²⁷ См.: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/ENVI-PR-697670_EN.pdf (стр. 77).

- $VOM(j, r)$ – стоимость произведенного товара отраслью j в регионе r , выраженная в ценах рынка r (продавца);
- $VXMD(j, r, EU)$ – стоимость экспортируемого товара отраслью j в ЕС в ценах рынка r (продавца);
- $VIWS(j, r, EU)$ – стоимость импорта товара j из региона r в ЕС в ценах *cif*.

Для фирм рассчитана углеродоемкость отечественных и импортных промежуточных товаров, используемых отраслью j в регионе r , выпуск которой экспортируется в ЕС:

$$CO2TVIWS_{scope1}(j, r) = \sum_{i \in TRAD\ COMM} [CO2DF(i, j, r) + CO2IF(i, j, r)] * \frac{VXMD(j, r, EU)}{VOM(j, r)} * \frac{1}{VIWS(j, r, EU)}, \quad (2)$$

где $\sum_{i \in TRAD\ COMM} [CO2DF(i, j, r) + CO2IF(i, j, r)]$ – общие выбросы от производства товара j в регионе r на общую стоимость $VOM(j, r)$; $\frac{VXMD(j, r, EU)}{VOM(j, r)}$ – доля произведенного товара j в регионе r , который экспортируется в ЕС.

Таким образом, производство этих двух компонент равно общему объему выбросов, которые «вложены» в экспортируемый товар j из региона r в Евросоюз. Этот объем выбросов мы делим на стоимость экспортируемого товара j в ЕС, но уже в ценах *cif* ($VIWS(j, r, EU)$). Это необходимо для соблюдения условия однородности относительных цен, которое обсудим ниже.

И тогда простой адвалорный эквивалент пограничного платежа равен:

$$advalorem\ equivalent(j, r, EU) = CO2TVIWS_{scope1}(j, r) * NCTAX(EU) * 100. \quad (3)$$

Таким образом, сумма всех выбросов соответствует выбросам произведенной продукции, равной $VOM(j, r)$. Мы выбираем из них только ту долю, которая была экспортирована в ЕС, а затем делим полученный объем выбросов на стоимость импорта в ценах *CIF*. Чтобы получить адвалорный эквивалент, необходимо эту величину умножить на номинальный углеродный платеж и на 100%. Тогда адвалорный эквивалент будет выражен в процентном изменении цены *CIF*. Деление на стоимость в ценах *CIF* в формуле углеродоемкости позволяет добавить адвалорный эквивалент в уравнение процентного изменения цены товара i на рынке ЕС и сохранить однородность цен. Чтобы использовать простой адвалорный эквивалент, рассчитанный выше, как шок переменной $tms(i, r, s)$ в модели, его необходимо поделить на исходный импортный тариф + 1²⁸:

²⁸ Если уравнение в уровнях представить в виде приращений, получится:

$$PMS(i, r, s) = PCIF(i, r, s) * TMS(i, r, s) * TM(r, s) \Rightarrow \frac{\Delta PMS(i, r, s)}{PMS_0(i, r, s)} = \frac{\Delta PCIF(i, r, s)}{PCIF_0(i, r, s)} + \frac{\Delta TMS(i, r, s)}{TMS_0(i, r, s)} + \frac{\Delta TM(r, s)}{TM_0(r, s)} \quad (*)$$

$$\text{pms}(i,r,s) = \text{tm}(r,s) + \text{tms}(i,r,s) + \text{pcif}(i,r,s), \quad (4)$$

где $\text{pms}(i,r,s)$ – процентное изменение цены импортируемого товара i из страны r на рынке s ; $\text{tm}(r,s)$ – процентное изменение переменной импортного тарифа +1 на все товары из страны r в страну s ; $\text{tms}(i,r,s)$ – процентное изменение импортного тарифа для товара i из страны r в s в виде $\frac{TMS_1 - TMS_0}{TMS_0} * 100$, где TMS_0 – исходный тариф + 1; $\text{pcif}(i,r,s)$ –

процентное изменение цены импортируемого товара i из страны r в s в ценах cif; $\text{pms}(i,r,s)$, $\text{pcif}(i,r,s)$ являются эндогенными переменными модели, а $\text{tm}(r,s)$, $\text{tms}(i,r,s)$ – экзогенными, если тарифы остались неизменны, то их значения равны нулю.

Для случая, когда углеродное регулирование вводится в другом регионе r , например в Китае, простой адвалорный эквивалент для экспорта в ЕС, будет рассчитываться исходя из разницы ставок углеродных платежей:

$$\text{advalorem_equivalent}(j,r,EU) = \text{CO2TVIWS}_{\text{scope1}}(j,r) * [\text{NCTAX}(EU) - \text{NCTAX}(r)] * 100\%. \quad (5)$$

Схожим образом вводится адвалорный эквивалент платежа на импорт в Китай в сценариях 2–5.

Приложение 7.

Механизм моделирования торговых количественных ограничений

В текущей работе используется версия модели GTAP в линеаризованном виде. В работе [Pearson, Bach, 1996] представлен способ моделирования количественных ограничений. Мы не будем подробно описывать механизм в терминах переменных модели, а лишь представим основной механизм.

Количественное ограничение предполагает введение неравенств. Если возникает экспортная квота, то цена, по которой товар будет продаваться на внешний рынок, будет выше, чем цена, которая установится внутри экспортирующего рынка, даже с учетом наличия экспортных налогов. Это происходит потому, что экспортируется меньше товаров, в результате на внутреннем рынке появляется избыток предложения, что приводит к снижению цены относительно равновесной цены на внешнем рынке.

Аналогично, если действует импортная квота, то цена внутри импортирующего рынка становится выше, чем импортная цена CIF, даже с учетом уже имеющихся на тот момент импортных пошлин. Так как импорта на внутреннем рынке становится меньше, он становится более дорогим, чем в ситуации без квоты.

где значения с индексом 0 – исходные значения, а значения с символом Δ – разность нового и исходного значений. TMS – это импортный тариф+1 или отношение стоимости импорта с учетом тарифа к стоимости в ценах CIF без учета тарифа, а $\Delta TMS(i,r,s)$ – это изменение простого адвалорного эквивалента. Таким образом, уравнение (*) соответствует уравнению 4 [Hertel, 1997; Gohin, Hertel, 2003, p. 5; Pearson, Bach, 1996].

Поэтому необходимо отделить экспортные цены с учетом экспортных тарифов (субсидий) от цены, которая может установиться при введении квоты, а для импортных цен – необходимо отделить импортную цену с тарифами от новой цены, которая может установиться, если будет введена импортная квота.

Авторы предлагают назвать цены с учетом тарифов PXS и PIS для экспортных и импортных цен соответственно PFOB и PCIF. Это экспортные и импортные цены, которые устанавливаются, если начинает действовать экспортная или импортная квоты (в отсутствии квот эти цены совпадают с PXS и PIS). Разница между PFOB и PXS (между PMS и PIS) и будет доходом от квоты, который поступает в бюджет вводящего его государства.

Таблица 7.1.

**Виды цен, возникающие
при моделировании количественных ограничений**

Виды цен	Описание
PM	Цена товара на рынке экспортера
PXS	PM + экспортные тарифы или субсидии (новая переменная)
PFOB	Экспортная цена PFOB: PFOB = PXS, если нет экспортных квот PFOB > PXS, если действует экспортная квота
PCIF	Цена импортируемого товара в ценах CIF (состоит из цены FOB + расходы на транспортировку товара)
PIS	PCIF + импортные тарифы или субсидии (новая переменная)
PMS	Цена на рынке импортера: PIS = PMS, если импортных квот нет PMS > PIS, если действует квота (т.е. импорт становится меньше)

Кроме того, вводится ряд переменных, которые будут экзогенно задавать квоту, определять, действует ли ограничение на торговый поток (меньше ли квота текущего торгового потока), и затем рассчитывать, как будет меняться новое состояние экономики в ответ на действующие ограничения.