

СЦЕНАРИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ¹

МАКАРОВ Алексей Александрович, академик РАН, makarov_ire@zmail.ru, Институт энергетических исследований Российской академии наук, Москва, Россия
ORCID: 0000-0002-2071-6706; Scopus Author ID: 35494878300

ВЕСЕЛОВ Федор Вадимович, к.э.н., efedor@mail.ru, Институт энергетических исследований Российской академии наук, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-3912-9154; Scopus Author ID: 6504617502

МАЛАХОВ Владимир Александрович, к.э.н., mva@eriras.ru, Институт энергетических исследований Российской академии наук, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-0892-6636; Scopus Author ID: 7007074849

Для успешного развития России в новых геополитических условиях необходимо за счет интенсификации инвестиционной политики серьезно нарастить экономический потенциал страны, обеспечив его устойчивой энергетической базой при максимально возможном участии на мировых энергетических рынках.

Опираясь на актуализированные прогнозы экспорта российского топлива, сформированы три сценария ускорения развития экономики и ТЭК России на период до 2050 г. Исследованы требования к энергообеспечению этих сценариев в увязке с динамикой выбросов парниковых газов. Выделен коридор рациональных темпов роста инвестиций в основной капитал с соответствующей динамикой валового внутреннего продукта (ВВП) и развития энергетического сектора до 2050 г.

Ключевые слова: экономика, валовой внутренний продукт, инвестиции, энергетический комплекс, энергетические ресурсы, производство энергии, потребление энергии, парниковые газы.

DOI: 10.47711/0868-6351-205-102-119

История развития экономики и ТЭК России весьма драматична. После спада на 43% с 1990 до 1998 гг. ВВП страны восстановился к 2007 г., упал на 10% в 2008 г., вырос на 15% к 2013 г. и фактически стагнирует последние десять лет (рис. 1). За 30 лет в среднем он рос на 0,6% в год. Объемы производства электроэнергии и топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) следовали за динамикой ВВП: снизились к 1998 г., соответственно, вдвое и в 1,6 раза меньше, чем ВВП, но вернулись к уровню 1990 г. на десять лет позже – лишь в 2017 г. Наиболее устойчивой вплоть до 2018 г. была динамика добычи газа, но и она в последние годы импульсивно снижается. Объемы добычи нефти до 2005 г. повторяли, а угля – следовали динамике ВВП (главным образом, благодаря росту объема их экспорта). Но их показатели достигли уровня 1990 г. лишь, соответственно, в 2013 и 2017 гг. В итоге за 31 год средний рост производства отраслей ТЭК составил 0,1-0,2% в год (рис. 1).

Одним из главных факторов восстановления экономики России было получение выручки от экспорта топлива, в основном, нефти, нефтепродуктов и газа. В 2003 г. тоннаж их вывоза достиг уровня 1990 г., далее систематически рос (давая до трети

¹ Исследование выполнено в ИНЭИ РАН при поддержке Минобрнауки России: проекты № FFGW-2022-0002 «Эффективные способы адаптации и средства управления развитием энергетики России в условиях глобального энергетического перехода» и № FFGW-2022-0001 «Анализ глобального энергетического перехода, направлений и средств эффективного участия России на мировых энергетических рынках в меняющихся условиях».

объема ВВП России) и в 2019 г. был в 1,65 раза больше, чем в 1990 г. (рис. 2). Затем тоннаж экспорта уменьшался, а в последнем нашем прогнозе эволюции мировых энергетических рынков (который является составной частью данного исследования) его объемы сократятся к 2050 г. на одну треть, на 10-15% снизятся цены топлива и в 2,8 раза – величина экспортной выручки (табл. 1). Это до пяти раз уменьшит будущий вклад ТЭК в ВВП страны. Таким образом, ТЭК потеряет былую роль «локомотива» экономики России.

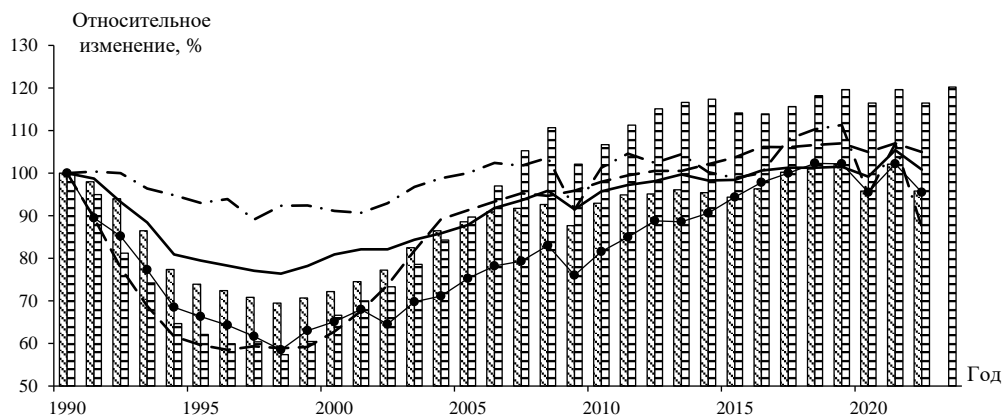


Рис. 1. Динамика ВВП и основных производственных показателей ТЭК относительно 1990 г. (1990 г. =100):

▨ производство ТЭР; □ ВВП; - · - добыча газа; - · - · - добыча нефти; - ● - добыча угля; — электроэнергия

Источник: Росстат.

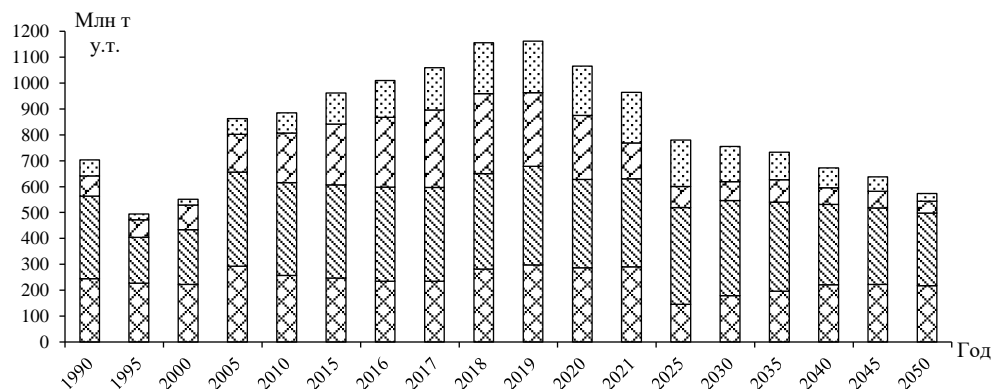


Рис. 2. Динамика объемов энергетического экспорта России, млн т у. т.:

▨ уголь; ▨ нефтепродукты; ▨ нефть; □ газ

Источник: отчетные данные – Росстат, Федеральная таможенная служба; прогнозные данные – расчеты ИНЭИ РАН.

Специальной военной операцией Россия радикально изменила свою внешнюю политику – инициировала и, по сути, возглавила движение за возвращение к многополярному миру. Но и до того вялое развитие экономики страны усугубляют беспрецедентные санкции, (в том числе, резко сократившие экспортную выручку), ставя под сомнение возможность выполнения этих функций. Для их реализации необходимо серьезно нарастить экономический потенциал страны, обеспечив его устойчивой энергетической базой при максимально возможном участии на мировых энергетических рынках.

Таблица 1

Прогноз российского экспорта топлива

Показатель	Год						
	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Газ, млрд куб. м	259,0	132,0	161,0	176,0	198,0	198,0	193,0
Выручка, млрд долл. 2021 г.	76,3	36,3,0	40,0	43,6	50,5	47,5	43,3
Нефть и нефтепродукты, млн т	217,0	221,0	207,0	200,0	184,0	174,0	167,0
Выручка, млрд долл. 2021 г.	238,2	159,9	105,7	97,5	84,9	76,5	70,8
Уголь, млн т у. т.	208,0	153,0	117,0	88,0	65,0	45,0	20,0
Выручка, млрд долл. 2021 г.	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3,0
Экспорт ТЭР всего, млн т у. т.	821,0	628,0	605,0	583,0	561,0	526,0	486,0
Выручка, трлн долл. 2021 г.	315,0	197,0	146,0	142,0	136,0	124,0	114,0

Источник: расчеты ИНЭИ РАН.

Сценарии развития экономики. В XX веке практически все воевавшие страны переходили к мобилизационной экономике разной степени жесткости [1; 2]. Нами рассматривается наиболее мягкая ее форма: интенсификация инвестиционной политики России без замедления роста потребления семей и увеличения рабочего времени трудящихся, но с ужесточением мер государственного планирования и контроля, а также контрактной дисциплины бизнеса. Для этого разработаны и анализируются три граничных сценария интенсификации развития экономики России: *плановый*, *ускоренный* и *интенсивный*. В них развитие экономики до 2026 г. принято по прогнозам Минэкономразвития России (МЭР), опубликованным на сайте министерства в апреле 2023 г. [3].

В *плановом* сценарии (табл. 2) долгосрочное развитие экономики принято по базовым оценкам МЭР на период до 2036 г. [4] и Стратегии низкоуглеродного развития России до 2050 г. [5]. Среди главных факторов роста экономики в описании этого сценария указаны макроэкономическая стабильность и рост доходов и потребления домашних хозяйств. В период до 2050 г. среднегодовые темпы реального роста ВВП в этом сценарии составляют 2,9%.

Доля расходов на конечное потребление населения в структуре использования ВВП возрастает с 47,7% в 2022 г. (в ценах прогнозных лет) до 52-53% в период после 2030 г. (в сопоставимых ценах она увеличивается до 49-50%). Продолжит расти роль импорта на внутреннем рынке (в корзине конечного, капитального и промежуточного потребления), а динамика экспорта отстает; в результате доля чистого экспорта товаров и услуг в ВВП снизится с отчетных 12,6% до 1% в 2035 г. и до -1% в 2050 г.

Для обеспечения предусмотренных в *плановом* сценарии темпов роста экономики необходим запуск нового инвестиционного цикла, нацеленного на повышение транспортной связанности страны, сокращение межрегиональной экономической дифференциации, развитие человеческого капитала и кратный рост производительности труда. Это, в свою очередь, потребует значительных инвестиций в основной капитал. Однако в *плановом* сценарии темпы роста инвестиций лишь немного превосходят темпы роста ВВП и конечного потребления. В результате доля валового накопления основного капитала в ВВП страны в текущих ценах увеличивается незначительно – с 20,7% в 2022 г. до 23,2% в 2030 г. и до 25,4% в 2050 г. В сопоставимых ценах норма накопления увеличивается еще скромнее – до 21,7% в 2030 г. и 23,7% в 2050 г. Такой незначительный рост нормы накоплений в экономике обеспечит лишь восполнение выбытия действующих производственных фондов и социально-экономической инфраструктуры, но вряд ли обеспечит заявленные достаточно высокие среднегодовые темпы роста экономики (3% в год с 2026 по 2050 гг.).

Таблица 2

Основные показатели планового сценария развития экономики России

Показатель	Прогнозные периоды								
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026-2030 гг.	2031-2035 гг.	2036-2040 гг.	2041-2045 гг.	2046-2050 гг.	2023-2050 гг.
ВВП:									
прирост за период, %				16,6	15,8	15,9	15,9	15,9	122,8
среднегодовой прирост, %	1,2	2,0	2,6	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9
Инвестиции в основной капитал:									
прирост за период, %				20,5	21,2	18,2	17,6	17,0	155,3
среднегодовой прирост, %	0,5	3,2	3,7	3,8	3,9	3,4	3,3	3,2	3,4
Реальные располагаемые доходы населения:									
прирост за период, %				13,6	13,9	14,7	14,8	14,8	112,7
среднегодовой прирост, %	3,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	2,8	2,7
Конечное потребление домашних хозяйств:									
прирост за период, %				14,2	14,9	14,4	14,8	14,8	125,7
среднегодовой прирост, %	7,2	3,2	3,1	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	3,0
Чистый экспорт товаров и услуг, млрд долл. США	104,9	96,9	94,3	65,6	46,2	11,8	-52,0	-120,0	-
Численность занятых в экономике, млн чел.	72,5	72,8	73,2	74,5	75,5	76,3	77,0	77,6	-

Источник: здесь и в следующих таблицах – расчеты авторов.

Поэтому актуален свежий зарубежный опыт успешного форсирования экономики. В последние два десятилетия среди крупных стран его имели Индия и Китай. Нами поставлена задача определить динамику российской экономики при изменениях структуры использования ВВП, имевших место в этих странах. Основными экзогенными параметрами в работе были доли в ВВП России: 1) валового накопления основного капитала, 2) расходов на конечное потребление государственного управления и некоммерческих организаций, обслуживающих население, 3) объемов чистого экспорта. Также в расчетах задавались темпы реального роста расходов на конечное потребление домашних хозяйств.

Ускоренный сценарий ориентирован на динамику доли инвестиций в ВВП, которая наблюдалась в 2000-2020-х гг. в Индии [6], а *интенсивный* – в Китае [7]. По каждому сценарию на межотраслевых моделях развития экономики России [8; 9] рассчитана динамика развития основных отраслей национального хозяйства: рост объемов выпуска их продукции и услуг, требуемых инвестиций, количество занятых и финансовые показатели каждой отрасли.

Динамика основных макроэкономических показателей этих сценариев приведена в табл. 3-5. При росте к 2050 г. накопления основного капитала по *ускоренному* сценарию в 3,7 раза и по *интенсивному* – в пять раз, ВВП России увеличится, соответственно, в 2,9 и 3,5 раза, и потребление семей – в 2,5 раза в обоих сценариях (при существенном снижении его доли в ВВП).

В *ускоренном* сценарии доля валового накопления основного капитала в ВВП увеличивается в прогнозных ценах до 35% к 2030 г. и 40% к 2035 г., что близко к пиковым значениям в Индии [6] в период 2007-2010 гг. Далее она снижается до 32% к 2050 г. (табл. 3). В сценарии предусматривается постепенный рост доли расходов на конечное потребление госучреждений в ВВП до 25% к 2030 г. и далее ее снижение до 22% к 2035 г. с дальнейшей фиксацией на этом уровне. Доля чистого экспорта в ВВП в текущих ценах снижается с отчетных 12,6% до 1-2% в прогнозном периоде.

Таблица 3

Ускоренный сценарий: структура использования ВВП в текущих ценах
(в ценах прогнозных лет), %

Показатель	Год					
	2022	2030	2035	2040	2045	2050
Валовой внутренний продукт	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
В том числе:						
расходы на конечное потребление домашних хозяйств	66,0	61,5	57,0	59,5	62,0	64,5
государственного управления	47,7	35,5	33,5	36,0	38,5	40,5
НКО, обслуживающих домашние хозяйства	17,7	25,0	22,0	22,0	22,0	22,0
валовое накопление	0,6	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0
валовое накопление основного капитала	22,3	36,5	41,5	39,5	36,5	33,5
изменение запасов материальных оборотных средств	20,7	35,0	40,0	38,0	35,0	32,0
чистый экспорт товаров и услуг	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
экспорт	12,6	2,0	1,5	1,0	1,5	2,0
импорт	28,2	14,3	10,1	7,1	5,2	4,0
статистическое расхождение	15,6	12,3	8,6	6,1	3,7	2,0
	-0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 4

Рост основных макроэкономических показателей в ускоренном сценарии, %

Показатель	Прогнозный период						За период 2023-2050 гг.
	2025 г.	2026-2030 гг.	2031-2035 гг.	2036-2040 гг.	2041-2045 гг.	2046-2050 гг.	
Валовой внутренний продукт							
прирост за период	2,6	30,8	19,8	19,7	20,9	19,6	187,6
среднегодовой темп прироста		5,5	3,7	3,7	3,9	3,6	3,8
Валовое накопление основного капитала							
прирост за период	3,7	70,9	30,7	17,1	15,6	14,2	271,4
среднегодовой темп прироста		11,3	5,5	3,2	2,9	2,7	4,8
Расходы на конечное потребление домашних хозяйств							
прирост за период	2,1	10,6	15,9	21,7	21,7	18,8	147,6
среднегодовой темп прироста		2,0	3,0	4,0	4,0	3,5	3,3

В *интенсивном* сценарии за прогнозный период ВВП России увеличится в сопоставимых ценах почти в 3,5 раза, среднегодовой темп реального роста ВВП в период 2023-2050 гг. составит 4,5% (табл. 5). Максимальные темпы роста ВВП при этом наблюдаются в период 2027-2030 гг. (пик в 7,4% в 2030 г.), а к концу прогнозного периода годовые темпы реального роста экономики в этом сценарии снижаются до 4%.

В обоих мобилизационных сценариях опережающими темпами растут производство и инвестиции в строительстве, обрабатывающей промышленности, IT-отрасли (включая связь). В *ускоренном* сценарии к 2050 г. производство строительно-монтажных работ увеличивается в сопоставимых ценах в 3,6 раза, выпуск обрабатывающей промышленности – в 3,3 раза, услуг связи и IT – в 3,3 раза. Всего промышленное производство за прогнозный период возрастает в 2,9 раза в *ускоренном* и в 3,2 раза – в *интенсивном* сценарии, выпуск сельскохозяйственной продукции увеличивается в 2,8 и в 2,9 раза.

При сложившейся демографической тенденции столь значительный рост производства после 2035 г. создаст дефицит трудовых ресурсов в стране. В *ускоренном* сценарии к 2050 г. он достигнет 5 млн чел., а в *интенсивном* – 5,7 млн чел. (6-7% от численности рабочей силы² в стране). Его можно будет покрыть форсированной цифровизацией производства и/или целевыми мерами миграционной политики.

² Во всех сценариях использовался последний демографический прогноз до 2035 г., представленный Минэкономразвития России в [4] и линейно пролонгированный нами до 2050 г. (см. табл. 1).

Таблица 5

Рост основных макроэкономических показателей в интенсивном сценарии, %

Показатель	Прогнозный период						За период 2023- 2050 гг.
	2025 г.	2026- 2030 гг.	2031- 2035 гг.	2036- 2040 гг.	2041- 2045 гг.	2046- 2050 гг.	
Валовой внутренний продукт							
прирост за период	2,6	32,1	32,4	23,3	24,0	21,9	245,4
среднегодовой темп прироста		5,7	5,8	4,3	4,4	4,0	4,5
Валовое накопление основного капитала							
прирост за период	3,7	71,9	59,4	20,4	19,0	20,4	408,3
среднегодовой темп прироста		11,4	9,8	3,8	3,5	3,8	6,0
Расходы на конечное потребление домашних хозяйств							
прирост за период	2,1	10,6	15,9	21,7	21,7	19,5	149,0
среднегодовой темп прироста		2,0	3,0	4,0	4,0	3,6	3,3

Сценарии развития электроэнергетики. По данным о развитии экономики в модельно-информационном комплексе SCANNER [10] для каждого сценария рассчитана динамика потребления в России электрической и тепловой энергии и прямого расхода основных видов топлива.

Главным потребителем ТЭР и интегрирующей системой ТЭК страны являются электроэнергетика и связанное с ней централизованное теплоснабжение. По результатам оптимизации параметров их развития в одноименном блоке модельно-информационного комплекса [10] с применением оптимизационной модели EPOS [11-13] спрогнозированы объемы производства электроэнергии и централизованного тепла разными типами электростанций и расхода ими всех видов ТЭР.

Производство электроэнергии вырастет к 2050 г. в 1,3 раза – по *плановому*, в 1,5 раза – по *ускоренному* и в 1,7 раза – по *интенсивному* сценариям, отставая, соответственно, в 1,7, 1,8 и два раза от кратности роста ВВП. Во всех сценариях учитывается влияние процессов углубления электрификации в разных сферах экономики (рис. 3): в автодорожном и трубопроводном транспорте, отоплении, промышленных процессах. В *плановом* сценарии приняты умеренные темпы электрификации: к 2050 г. дополнительный спрос составит 4,5% от общего потребления электроэнергии. В *ускоренном* и *интенсивном* сценариях переход на электроэнергию будет более активным, и дополнительный спрос к 2050 г. составит уже 6,5 и 7,8% соответственно. При этом, как показывают оценки [14], при еще более интенсивной электрификации автотранспорта (с доведением его доли до 30-50% в парке легковых автомашин и автобусов и 10-20% в парке легких и тяжелых грузовиков) объемы дополнительного потребления электроэнергии только в этом секторе могут быть кратно более высокими – до 170-300 млрд кВт·ч к 2050 г.

В прогнозах производства электроэнергии (табл. 6) к 2050 г. доля ГЭС сохранится (18,5%) в плановом, но уменьшится на 2-3 проц. п. в других сценариях. Доля АЭС (19,2% в 2021 г.) увеличится до 30% в плановом и до 31-33% в других сценариях. Экономически обоснованный вклад ВИЭ-электростанций (ветряных и солнечных) при сохранении существующего уровня поддержки во всех сценариях останется невысоким, хотя и вырастет с 0,8% в 2021 г. до 3,7-5,3% в 2050 г.

Увеличение доли безуглеродных электростанций с 39% в 2021 г. до 52-54% в 2050 г. уменьшит роль тепловых электростанций, использующих органическое топливо (ТЭС). Доля конденсационных ТЭС (26% в 2021 г.) уменьшится на 6 проц. п. в *плановом* и на 4-5 проц. п. в *ускоренном* и *интенсивном* сценариях, а доля ТЭЦ с 35,5% уменьшится к 2050 г. до 27-24%. Снижение вклада теплофикационных электростанций (ТЭЦ) в производство электроэнергии (при небольшом увеличении его абсолютных объемов) вызвано уменьшением потребления

централизованного тепла, которое не компенсируется ростом доли ТЭЦ в структуре его производства с 45% в 2021 г. до 58-60% в 2050 г.

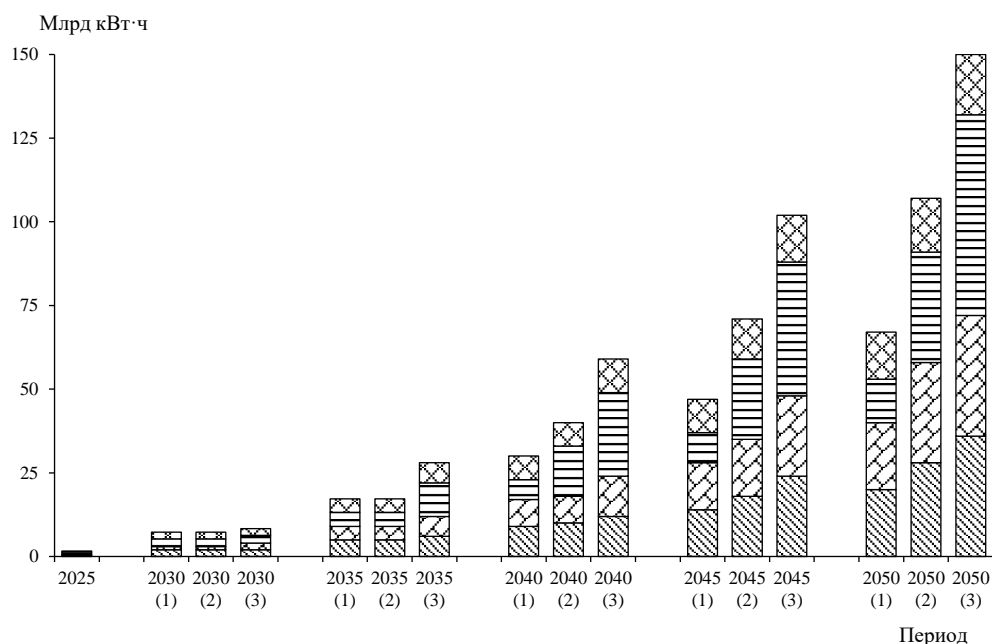


Рис. 3. Спрос на электроэнергию от углубления электрификации экономики в плановом (1), ускоренном (2) и интенсивном (3) сценариях, млрд кВт·ч:
 ▨ комбыт; ▩ промышленность; ▤ транспорт; ▦ газопроводы

Источник: здесь и далее в рисунках – расчеты авторов.

Рост объемов производства электроэнергии потребует увеличения установленной мощности электростанций страны. В *плановом* сценарии она вырастет к 2050 г. на 20%, в *ускоренном* – на 35% и в *интенсивном* – более чем в полтора раза. Но увеличение мощности, обусловленное ростом спроса, ответственно лишь за половину величины инвестиционных потребностей электростанций – столько же средств потребуется на реконструкцию (или замещение) существующих мощностей. В целом, до середины века суммарные капиталовложения в электроэнергетику для реализации *планового* сценария составят 27,3 трлн руб. (в ценах 2019 г.). В *ускоренном* и *интенсивном* сценариях необходимый объем капиталовложений увеличивается на 25% и 50%, соответственно – до 34 и 41,5 трлн руб. Таким образом, электроэнергетика сама станет одним из центров инвестиционной активности в экономике.

Более четверти (26-27%) капиталовложений будет связано с развитием атомной энергетики. Это потребует повышения интенсивности строительства АЭС с соответствующими заблаговременными инвестициями в расширение промышленной и строительной базы при удешевлении стоимости энергоблоков за счет серийного производства оборудования и организации поточного строительства. В 2030-е годы Росатом выйдет на темпы ввода один-два энергоблока в год, но в дальнейшем, по корпоративной Стратегии Концерна [15], объемы вводов заметно снижаются. В прогнозных сценариях после 2035 г. требуется намного больше вводов мощностей АЭС: около двух блоков в год – в *плановом* сценарии, более трех блоков – в *ускоренном* и до четырех блоков в год – в *интенсивном* сценарии. К 2050 г. экономически эффективный объем мощности АЭС в *плановом* сценарии удвоится до 60 ГВт. С ростом электропотребления он увеличится еще на 25-40%, до 75-83 ГВт.

Таблица 6

Производство электроэнергии (ГВтчас/год) и потребление ТЭР (млн т у. т.) в электроэнергетике в плановом (1), ускоренном (2) и интенсивном (3) сценариях

Виды ТЭР	2021 факт	Год																	
		2025			2030			2035			2040			2045			2050		
		1-3	1	2	3	1-3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ГЭС	216	196	210	217	217	244	247	254	273	280	293	284	291	308					
АЭС	223	216	234	251	251	300	300	323	362	404	465	466	558	648					
КЭС	299	387	409	381	399	344	367	388	339	384	399	318	388	439					
ТЭЦ	412	413	417	446	458	436	460	458	435	465	465	441	474	465					
НВИЭ	9	14	17	32	38	40	54	72	49	65	87	57	77	103					
Итого производство	1159	1226	1287	1326	1362	1363	1428	1494	1457	1598	1709	1566	1787	1965					
Газ	211	210	203	203	242	212	230	250	214	235	243	215	236	233					
Жидкое	3	3	3,4	3,5	3,1	2,9	2,5	2,0	2,4	2,1	2,0	1,8	1,8	2,0					
Твёрдое	66	74	78	64	59	58	57	59	52	52	56	47	52	54					
Итого топливо	280	287	285	270	305	273	290	311	268	290	301	264	291	289					
Гидроэнергия	26	24	25	27	27	30	30	31	33	32	36	35	37	38					
Атомная энергия	77	74	73	86	87	104	104	114	129	131	162	162	170	223					
НВИЭ	9	11	12	15	15	18	20	22	24	28	31	32	37	41					
Всего потребление ТЭР	392	396	395	399	433	425	444	477	454	482	530	492	535	591					

Несмотря на снижение роли в производстве электроэнергии, тепловые электростанции останутся крупнейшим технологическим сегментом электроэнергетики. Приоритетное развитие газовой электрогенерации и ко-генерации делает особенно актуальной задачу достижения технологической независимости в производстве газовых турбин различной мощности. В результате нарастающих санкций прежняя модель развития российской теплоэнергетики в рамках глобальной технологической кооперации (при невысоких уровнях локализации производства лицензионного оборудования) стала нежизнеспособной. Все ведущие мировые производители газовых турбин, работавшие в России, объявили о прекращении совместных бизнес-проектов или об отмене поставок оборудования.

В новых условиях актуален полный переход на отечественное основное оборудование для ТЭС, включая и газовые турбины. Уже сделаны первые шаги по бюджетному софинансированию работ по созданию головных образцов газовых турбин, а также запуску механизма окупаемости проектов с инновационным оборудованием на оптовом рынке электроэнергии (мощности). К 2030 г. российская промышленность должна выйти на серийные объемы поставок, чтобы обеспечить массовую замену оборудования энергоблоков, достигающих предельных сроков эксплуатации. Как и в атомной энергетике, здесь потребуется настройка межотраслевых механизмов стратегического управления, обеспечивающих координацию общепромышленного заказа на генерирующее оборудование, своевременные инвестиции в расширение его производства при одновременном удешевлении серийных образцов за счет технологического обучения.

Изменение структуры производства электроэнергии в пользу неуглеродных источников меняет роль органического топлива в «энергетической корзине» отрасли. Во всех сценариях сохранится рост спроса электростанций и котельных на газообразное топливо. К 2050 г. его потребление увеличится в *плановом* сценарии на 2%, а в *ускоренном* и *интенсивном* сценариях – на 11-12%. Потребление твердого топлива, напротив, к 2050 г. снизится почти на 30% в *плановом* и на 20-18% – в *ускоренном* и *интенсивном* сценариях. Причиной этого станет рост доли безуглеродных источников и невысокая конкурентоспособность угольных КЭС, расположенных вне Сибири.

Общее потребление ТЭР в электроэнергетике увеличится к 2050 г. в 1,3 раза – в *плановом* и в 1,4-1,5 раза – в остальных сценариях (табл. 6). Доля расхода газа (54% в 2021 г.) уменьшится во всех сценариях до 40-44%, а доля твердого топлива (17% в 2021 г.) сократится до 9-10%. Объем использования в электроэнергетике неуглеродных ТЭР (112 млн т у. т. – 28% общего расхода в 2021 г.) вырастет к 2050 г. в два раза – по *плановому*, в 2,2 раза – по *ускоренному* и в 2,7 раза – по *интенсивному* сценариям. При этом доля гидроэнергии (6,8%) по сценариям изменится не более чем на 0,5 проц. п., доля атомной энергии (19,6% в 2021 г.) увеличится к 2050 г. во всех сценариях до 32-38%, а доля нетрадиционных возобновляемых источников энергии на производство электроэнергии и тепла (2% в 2021 г.) – до 6-7% во всех сценариях (табл. 6).

Сценарии потребления первичных ТЭР. Потребление первичной энергии в России увеличится к 2050 г. на 13% – по *плановому*, на 24% – по *ускоренному* и на 32% – по *интенсивному* сценариям (табл. 7). Существенно улучшится энергетическая эффективность российской экономики. В результате превышение российского показателя энергоёмкости ВВП над среднемировыми значениями сократится с 1,78 раз в 2021 г. до 1,5 раз – по *плановому*, 1,3 раз – по *ускоренному* и 1,15 раз – по *интенсивному* сценариям (рис. 4).

Таблица 7

Потребление первичной энергии в плановом (1), ускоренном (2) и интенсивном (3) сценариях, млн т у. т./год

Виды ТЭР	2021 факт	2025		2030			2035			2040			2045			2050				
		1-3		2		3			2			3			2			3		
		1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Газ	530	535	563	572	549	577	609	558	621	643	552	627	654	545	647	677				
Жидкое топливо	245	259	258	249	261	261	239	243	213	225	233	214	227	234	212	229				
Твёрдое топливо	127	134	128	132	115	122	111	110	103	102	103	96	97	96	89	88				
Гидроэнергия	26	25	26	25	27	27	28	30	30	31	33	34	36	35	35	38				
Атомная энергия	76	72	80	72	85	86	85	103	103	112	127	138	161	160	190	221				
НВИЭ	12	21	21	22	28	28	32	37	40	44	51	56	63	74	83	91				
Итого	1016	1045	1075	1072	1066	1100	1104	1081	1111	1157	1099	1165	1238	1144	1257	1344				

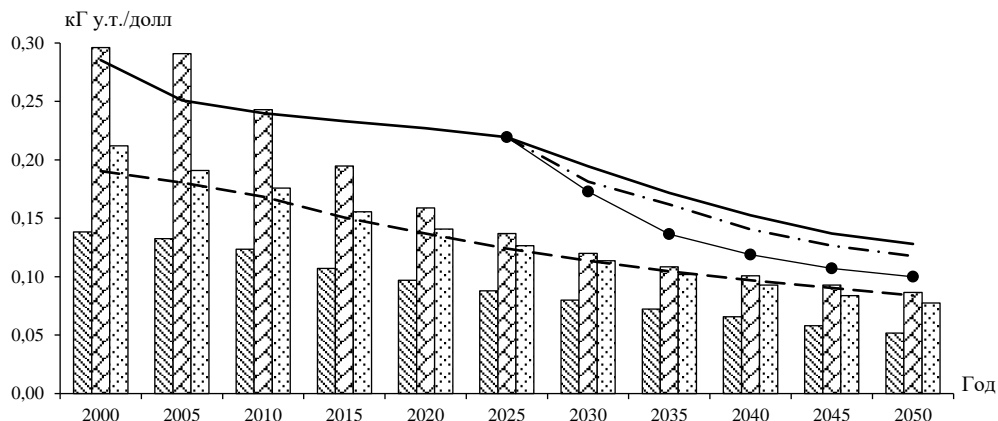


Рис. 4. Динамика энергоёмкости экономики России в отчетный и прогнозный периоды в сравнении со среднемировыми показателями и ведущими экономиками мира, кг у. т./долл.:
 ■ OECD Европа; ■ Китай; ■ США; --- Мир;
 — Россия, плановый; - · - Россия, ускоренный; —●— Россия, интенсивный

Расход первичной энергии электростанциями увеличится к 2050 г. в *плановом* сценарии на четверть, а их доля в общем энергопотреблении страны вырастет с 39% в 2021 г. до 43%. В *ускоренном* сценарии потребление ТЭР электростанциями увеличится к 2050 г. на 37%, а в *интенсивном* – на 51% при росте доли в общем потреблении первичной энергии до 43-44%. Расход энергии на котельные и другие источники тепла во всех сценариях, напротив, сократится к 2050 г. на 30% с падением их доли в общем энергопотреблении с 10% до 5-7% (рис. 5).

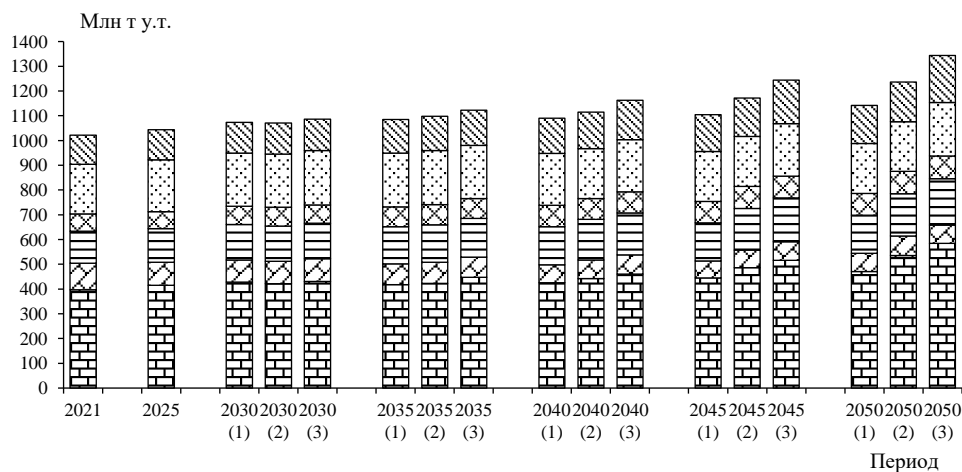


Рис. 5. Основные направления использования первичной энергии в плановом (1), ускоренном (2) и интенсивном (3) сценариях, млн т у. т.:
 ■ электростанции; ■ котельные и прочие источники тепла; ■ производственные нужды;
 ■ сырьевые и нетопливные нужды; ■ транспорт; ■ коммунальные нужды

Доля второго по величине потребителя первичной энергии – транспорта (19,5% в 2021 г.) в *плановом* сценарии уменьшится к 2050 г. до 18%, а в *ускоренном* и *интенсивном* сценариях – до 16%. Расход первичного топлива на транспорте почти стабилизируется благодаря электрификации железных дорог и (с середины периода) автомобильного транспорта, а также привода компрессоров на газопроводах. Сверх

того, треть доминирующих ныне на транспорте моторных топлив будет к 2050 г. замещена сжатым и сжиженным газом.

Углубление электрификации сохранит во всех сценариях долю расхода топлива на производственные и бытовые нужды на уровне 12-14%, а доля его расхода в качестве сырья увеличится с 6,9% в 2021 г. до 7-8% в 2050 г. (рис. 5).

Доминирующая роль природного и попутного газа в энергообеспечении экономики России сохранится, хотя его вклад немного снизится: с 53% в 2021 г. до 48-51% от расхода первичной энергии в 2050 г. при росте объемов его потребления на 3% – по *плановому* сценарию и на 22-28% – по *ускоренному* и *интенсивному* сценариям (табл. 7). Доля жидкого топлива снизится с 24,0% в 2021 г. до 20% – по *плановому* и 17% – по *ускоренному* и *интенсивному* сценариям в 2050 г. Доля твердого топлива уменьшится с 12% в 2021 г. до 7-8% по всем сценариям в 2050 г. Вклад неуглеродных энергоресурсов вырастет с 11% в 2021 г. до 23% – по *плановому* и 24-26% – по *ускоренному* и *интенсивному* сценариям в 2050 г. (табл. 7). При этом доля атомной энергии увеличится с 7,5% в 2021 г. до 14-16% в 2050 г., а доля НВИЭ – с 1,1% до 6,5-6,7%.

Сценарии производства первичных ТЭР. Внутреннее потребление ТЭР (табл. 7) и их поставки на экспорт (табл. 1) формируют общий спрос на развитие топливных отраслей России. По этим данным и основным производственно-экономическим характеристикам каждой отрасли оптимизирована динамика развития нефтяной, газовой и угольной промышленности страны до 2050 г., а также рассчитано общее производство первичных ТЭР (табл. 8). По сравнению с 2021 г. оно снизится на 9,7% к 2025 г. К 2050 г. в *плановом* сценарии производство первичной энергии продолжит снижаться до 15% от уровня 2021 г., а в *ускоренном* и *интенсивном* сценариях будет ниже отчетного на 9% и 4%, соответственно. Это означает переход российского ТЭК от доминирования количественного роста к совершенствованию его структуры. Причиной тому будет не исчерпание ресурсов топлива, а уменьшение размеров экспорта, которое только в *интенсивном* сценарии компенсируется ростом внутреннего потребления первичной энергии.

Лидирующее положение газа в производстве первичной энергии в России сохранится, а его доля вырастет по всем сценариям с 42% в 2021 г. до 45-47% в 2040-2050 гг. При этом объемы добычи газа провалятся на 18% к 2025 г. с последующим ростом. К 2050 г. в *плановом* сценарии добыча газа останется на 8% ниже уровня 2021 г., а в *ускоренном* и *интенсивном* сценариях превысит его на 4% и 8%. Доля нефти и газового конденсата в общем производстве снизится с 37% в 2021 г. до 30-33% в 2050 г., а объемы добычи сократятся на 21-23%. Доля угля и другого твердого топлива (16% общего производства энергоресурсов в 2021 г.) уменьшится до 6% – по *плановому* и 4-5% – по *ускоренному* и *интенсивному* сценариям в 2050 г., а объемы добычи сократятся в 3,1-3,8 раза.

Во всех сценариях органическое топливо замещают неуглеродные энергоресурсы – атомная энергия, гидроэнергия и нетрадиционные возобновляемые ресурсы (НВИЭ – солнечная, ветровая, геотермальная энергия и биомасса). Их использование увеличится с 2021 по 2050 гг. в 2,4 раза – по *плановому* и 3,7-3,1 раза – по *ускоренному* и *интенсивному* сценариям (в основном, в электроэнергетике). Доля неуглеродных энергоресурсов в общем производстве первичной энергии в России увеличится с 6% в 2021 г. до 16% – по *плановому* и 17-18% – по *ускоренному* и *интенсивному* сценариям в 2050 г. Наибольший вклад в эти изменения внесет атомная энергия, объемы ее использования увеличатся к 2050 г. в два-три раза, а доля в общем производстве энергии возрастет с 4% до 9-11%. Наиболее быстрый рост объемов производства (в 6,4-7,8 раза) прогнозируется у НВИЭ, доля которых вырастет с 1% до 4-5% (табл. 8).

Таблица 8

Производство первичной энергии в плановом (1), ускоренном (2) и интенсивном (3) сценариях, млн т у. т./год

Виды ТЭР	2021 факт	Год																	
		2025			2030			2035			2040			2045			2050		
		1-3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Природный газ	851	693	735	757	774	766	802	829	801	867	890	797	870	904	783	883	923		
Нефть и кон-денсат	749	732	720	718	725	714	714	705	633	618	632	611	609	624	578	573	595		
Уголь и про-чие твёрдые топлива	328	305	260	260	256	212	206	206	175	166	164	142	132	130	103	92	87		
Гидроэнергия	26	24	25	26	25	27	28	28	30	30	31	33	34	36	35	35	38		
Атомная энер-гия	77	74	73	81	73	86	87	86	104	104	114	129	139	162	162	192	223		
НВИЭ	12	18	21	21	22	28	32	32	37	40	44	51	56	63	74	83	91		
Итого*	2043	1845	1833	1862	1875	1834	1869	1886	1780	1825	1875	1762	1841	1919	1735	1859	1957		

* За вычетом нефтебитумов.

Сценарии эмиссии парниковых газов. Кризисная трансформация экономики и энергетики России в конце XX века уменьшила размеры выбросов парниковых газов (ВПП) отраслями ТЭК и энергетическим хозяйством потребителей до 75% от уровня 1990 г. Восстановление страны в XXI веке подняло к 2021 г. размеры ВПП до 81% от уровня 1990 г. Они уменьшатся в *плановом* сценарии к 2040 г. до 75% и к 2050 г. – до 70% относительно уровня 1990 г. (будут на 13% ниже уровня 2021 г.). В *ускоренном* и *интенсивном* сценариях снижение размеров ВПП к 2050 г. замедлится: их объем будет ниже уровня 1990 г. на 25% и 20%, а относительно 2021 г. снижение составит всего лишь 3% и 7% (табл. 9).

В 2021 г. 58% общего объема «энергетических» ВПП, связанных с производством и потреблением ТЭР (включая 70% выбросов метана) в России, были обусловлены добычей, транспортировкой (до потребителей страны и на экспорт) и использованием в народном хозяйстве природного и попутного газа. В *плановом* сценарии вклад газа в «энергетические» ВПП увеличится к 2050 г. до 63%, в *ускоренном* – до 67% и в *интенсивном* сценарии – до 70%.

Использование нефтяных топлив дало около 22% объема «энергетических» ВПП в 2021 г. К 2050 г. их вклад сохранится на уровне 23-25%, а объем эмиссии будет на 2-6% ниже, чем в 2021 г. В отличие от этого, объемы ВПП от использования твердых топлив сократятся к 2050 г. в 2,0-2,4 раза, а их вклад снизится с 20% до 12% от общего объема «энергетических» ВПП – в *плановом* и до 9% – в остальных сценариях.

* * *

Сравнительный анализ рассмотренных сценариев ускорения развития экономики и ТЭК России (реализация которых потребует большой целенаправленной работы по увеличению доли в ВВП инвестиций в основной капитал) показал следующее.

Интенсивный сценарий ускорения развития экономики при увеличении доли накопления основного капитала в ВВП до 45% в 2026-35 гг. (с последующим снижением до 40-42%) сулит наибольший рост ВВП страны, но влечет уменьшение доли в нем потребления домашних хозяйств при заметной нехватке трудовых ресурсов, увеличении объемов эмиссии ПГ и других рисках. Главное же – он сопряжен с наибольшим экономическим риском.

В табл. 10 для каждого сценария приведен расчет величины риска, возникающего при ускорении прогнозного роста ВВП страны по сравнению со среднегодовым ростом (~1%) в предыдущие 25 лет. При этом вероятности срыва принятых в сценарии темпов роста ВВП оценены разработанными в [16] методами с использованием функции плотности β -распределения случайных величин. Результаты расчета показали, что риски потери ВВП при неудаче процесса интенсификации развития экономики в *интенсивном* сценарии будут в 2,5 раза больше, чем в *плановом* и в 1,5 раза – чем в *ускоренном* сценариях. Для них и целесообразно вести дальнейшие проработки ценовых и налоговых параметров ускорения развития экономики России.

Хороший компромисс между *плановым* и *ускоренным* сценариями развития экономики России соответствует росту инвестиций в основной капитал на 6-9% в год в 2026-30 гг. и на 4-5% в 2031-35 гг., что позволит увеличить годовой рост ВВП до 4-6% в период до 2035 г. и до 4% далее до 2050 г.

Таблица 9

Эмиссия парниковых газов энергетическим хозяйством России в плановом (1), ускоренном (2) и интенсивном (3) сценариях, млн т CO₂ экв./год

Источник эмиссии	1990 г. факт	2021 г. факт	2025 г. 1-3	Год														
				2030			2035			2040			2045			2050		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Газовое топливо	1224	1254	1172	1183	1232	1237	1212	1289	1313	1234	1354	1391	1221	1356	1413	1194	1349	1461
Нефтепродукты	683	492	510	508	486	516	514	478	500	471	450	465	454	457	469	465	458	481
Твердые топлива	766	431	439	423	409	413	353	336	336	318	290	282	274	238	237	226	184	180
Итого	2683	2177	2120	2114	2127	2165	2080	2103	2150	2024	2095	2138	1950	2060	2119	1884	2018	2111
В % к уровню 1990 г.	100	81	79	79	79	81	78	78	80	75	78	80	73	77	79	70	75	79
В % к уровню 2021 г.	-	100	100,3	97	98	99	96	97	99	93	96	98	90	95	97	87	93	97

Таблица 10

Расчет рисков невыполнения прогнозного роста ВВП России

Сценарий	Показатель	Единица измерения	2026 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.	2026-2050 гг.
Традиционный	ВВП (рост 1% в год)	млрд долл. 2021 г.	763	794	834	877	922	969	7494
	β-распределение		0,0	2,4	1,5	0,5	0,05	0	
Плановый	ВВП	млрд долл. 2021 г.	779	879	1017	1178	1365	1583	9281
	Ускорение роста ВВП	млрд долл. 2021 г.	16	85	183	301	444	614	1787
	Риск потери ВВП	млрд долл. 2021 г.	12	130	590	355	98	5	1394
	Доля от роста ВВП*	%	73	152	549	183	33	1	78
Ускоренный	ВВП	млрд долл. 2021 г.	778	947	1095	1311	1584	1892	10212
	Ускорение роста ВВП	млрд долл. 2021 г.	15	153	261	434	662	924	2719
	Риск потери ВВП	млрд долл. 2021 г.	11	232	958	507	142	8	2242
	Доля от роста ВВП*	%	73	152	579	182	32	1	82
Интенсивный	ВВП	млрд долл. 2021 г.	799	1001	1325	1634	2024	2467	11937
	Ускорение роста ВВП	млрд долл. 2021 г.	36	207	490	757	1102	1498	4443
	Риск потери ВВП	млрд долл. 2021 г.	26	309	1498	935	247	13	3533
	Доля от роста ВВП*	%	73	152	537	188	33	1	80

* Доля от размера ускорения роста ВВП.

Согласно расчетам, во всех сценариях ресурсы отечественных первичных ТЭР не будут ограничивать развитие экономики России. Однако при сложившихся демографических тенденциях к 2035 г. возможен дефицит трудовых ресурсов до 6% трудоспособного населения страны. В нашем «компромиссном» сценарии дефицит можно снять усилением тенденций снижения удельных трудозатрат в отраслях экономики за счет ускорения их цифровизации, или потребуются смягчить миграционную политику.

Осуществление необходимой в рассмотренных сценариях интенсификации вложений в основной капитал потребует большой работы по существенной модернизации нормативно-правовой базы хозяйственной деятельности в стране, а также полномочий и кадров государственной системы управления экономикой. Поэтому первоочередной задачей, по нашему мнению, является разработка *Стратегии интенсификации развития экономики России*.

В новых геополитических условиях ТЭК теряет былую роль «локомотива» российской экономики. Чтобы уверенно обеспечить рассмотренные сценарии интенсификации экономики и ожидаемые объемы экспорта топлива, необходимо:

- пропорционально росту ВВП увеличивать установленную мощность и размеры производства электроэнергии при опережающем росте использования атомной энергии и нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- поддерживать уровень добычи природного газа при тонком балансировании ценовой и налоговой политики в отрасли;
- контролировать процесс уменьшения объемов добычи и переработки нефти и особенно – падение добычи угля с его негативными социально-экономическими последствиями.

Соответствующие решения требуют проработки и обоснования в рамках Энергетической стратегии России на период до 2050 г.

Литература / References

1. Васильев И.В. Зарубежный опыт мобилизационной подготовки экономики (на примере ФРГ и США) // *Власть*. 2022. Т. 30. № 1. С. 225-233. [Vasiliev I.V. Zarubezhniy opit mobilizatsionnoy ekonomiki (na primere FRG i SSA) // *Vlast'*. 2022. Vol. 30. No. 1. S. 225-233. (In Russ.)]

2. Галушка А.С., Ниязметов А.К., Окулов М.О. Кристалл роста к русскому экономическому чуду. М., Наше завтра. 2021. 360 с. [Galushka A.S., Niyazmetov A.K., Okulov M.O. Kristall rosta k russkomu ekonomicheskomu chudu. M., Nashe zavtra. 2021. 360 p. (In Russ.)]
3. Сценарные условия, основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации и прогнозируемые изменения цен (тарифов) на товары, услуги хозяйствующих субъектов, осуществляющих регулируемые виды деятельности в инфраструктурном секторе, на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов. МЭР РФ. 2022. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/scenarnye_usloviya_osnovnye_parametry_prognoza_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_na_2022_god_i_na_planovyy_period_2023_i_2024_godov.html [Scenarnye usloviya, osnovnye parametry prognoza sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoy Federatsii i prognoziruemye izmeneniya tsen (tarifov) na tovary, uslugu khozyaistviyushchih subektov, osushchestvlyayushchih reguliruemye vidy deyatelnosti v infrastrukturinom sektore, na 2022 god i na planovyi period 2023 i 2024 godov. MER RF. 2022. (In Russ.)]
4. Прогноз социально-экономического развития РФ на период до 2036 г. МЭР РФ. 2018. URL: <http://www.economy.gov.ru/material/file/a5f3add5deab665b344b47a8786dc902/prognoz2036.pdf> [Prognoz sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya RF na period do 2036 g. MER RF. 2018. (In Russ.)]
5. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Правительство РФ. 2021. URL: <http://static.government.ru/media/files/AD-KkCzр3fWO32e2yA0BhtpryзWfHaiUa.pdf> [Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii s nizkim urovnem vybrosov parnikovyykh gazov do 2050 goda. Pravitel'stvo RF. 2021. (In Russ.)]
6. India – GDP by Component. URL: <https://en.macromicro.me/collections/5429/india/1927/india-gdp-items-weight>
7. China – GDP by Component. URL: <https://en.macromicro.me/collections/22/cn-gdp-relative/984/cn-gdp-percentage>
8. Макаров А.А., Шапот Д.В., Лукацкий А.М., Малахов В.А. Инструментальные средства для количественного исследования взаимосвязи энергетики и экономики // Экономика и математические методы. 2002. № 1. С. 45-56. [Makarov A.A., Shapot D.V., Lukatskiy A.M., Malakhov V.A. Instrumental'nye sredstva dlya kolichestvennogo issledovaniya vzaimosvyazi energetiki i ekonomiki. Ekonomika i matematicheskiye metody. 2002. No.1. S. 45-56. (In Russ.)]
9. Малахов В.А., Шапот Д.В. Опыт развития методологии и разработки управленческих моделей межотраслевого баланса. М., Изд. дом МЭИ. 2018. 176 с. [Malakhov V.A., Shapot D.V. Opyt razvitiya metodologii i razrabotki upravlencheskikh modeley mezhotraslevogo balansa. M., Izd.dom MEI. 2018. 176 p. (In Russ.)]
10. Макаров А.А. Модельно-информационная система для исследования перспектив энергетического комплекса России (SCANER) / В сб. Управление развитием крупномасштабных систем. М., Физматлит. 2012. С. 102-184. [Makarov A.A. Model'no-informatsionnaya sistema dlya issledovaniya perspektiv energeticheskogo kompleksa Rossii (SCANER) / V sb. Upravleniye razvitiem krupnomashtabnykh sistem. M., Fizmatlit. 2012. S. 102-184. (In Russ.)]
11. SCANER – модельно-информационный комплекс. М., ИИЭИ РАН. 2011. 72 с. URL: https://www.eriras.ru/files/skaner_light.pdf [Modelling and information complex SCANER. M., INEI RAN. 2011. 72 p. (In Russ.)]
12. Veselov F.V., Khorshev A.A. Integrated modeling and information technology for strategic planning in the energy sector of Russia. 2017. IEEE 11th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). Moscow, Russia. 2017. Pp. 1-5. DOI: 10.1109/ICAICT.2017.8687058 URL: <https://doi.org/10.1109/ICAICT.2017.8687058>
13. Макаров А.А., Веселов Ф.В., Макарова А.С., Хоршев А.А. Использование оптимизационного инструментария в задачах долгосрочного развития топливно-энергетического комплекса и энергетических рынков / Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012). Труды Шестой международной конференции. М., ИПУ РАН. 2012. С. 313-323. [Makarov A.A., Veselov F.V., Makarova A.S., Khorshev A.A. Ispol'zovaniye optimizatsionnogo instrumentariya v zadachakh dolgosrochnogo razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa i energeticheskikh rynkov / Upravleniye razvitiem krupnomashtabnykh sistem (MLSD'2012). Trudy Shestoy mezhdunarodnoy konferentsii. M., IPU RAN. 2012. S. 313-323. (In Russ.)]
14. Веселов Ф.В., Соляник А.И., Аликин Р.О. Влияние электрификации в секторе дорожного транспорта на уровень электропотребления и суточный график нагрузки в ЕЭС России // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2023. № 1. С. 57-71. DOI 10.31857/S0002331023010077. [Veselov F.V., Solyanik A.I., Alikin R.O. Impact of electrification in the road transport sector on the level of electricity consumption and daily load curve in the UES of Russia // Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Energetika. 2023. No. 1. S. 57-71. (In Russ.)]
15. Стратегия развития ядерной энергетики России до 2050 года и перспективы на период до 2100 года. М., ГК «Росатом», 2021. 40 с. [Strategiya razvitiya atomnoi energetiki Rossii i perspektivy do 2100 goda. M., GK Rosatom. 2021. 40 p.]
16. Макаров А.А. Подходы к оценке устойчивости и рисков долгосрочного развития энергетики России / Системные исследования в энергетике: методология и результаты. М., АО «Издательский дом МЭИ». 2018. С. 113-126. [Makarov A.A. Podhody k otsenke ustoichivosti i riskov dolgosrochnogo razvitiya energetiki Rossii / Sistemniye issledovaniya v energetike: metodologiya i rezul'taty. M., AO Izdatel'skiy dom MEI. 2018. S. 113-126. (In Russ.)]



Статья поступила в редакцию 01.02.2024. Статья принята к публикации 12.03.2024.

Для цитирования: А.А. Макаров, Ф.В. Веселов, В.А. Малахов. Сценарии интенсификации развития экономики и энергетики России // Проблемы прогнозирования. 2024. № 4 (205). С. 102-119.

DOI: 10.47711/0868-6351-205-102-119

Summary

SCENARIOS FOR INTENSIFICATION OF ECONOMIC AND ENERGY DEVELOPMENT IN RUSSIA

A.A. MAKAROV, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute for Energy Research, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0002-2071-6706, Scopus Author ID: 35494878300

F.V. VESELOV, Cand. Sci. (Econ.), Institute for Energy Research, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0003-3912-9154, Scopus Author ID: 6504617502

V.A. MALAKHOV, Cand. Sci. (Econ.), Institute for Energy Research, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0003-0892-6636, Scopus Author ID: 7007074849

Abstract. For Russia's successful development in new geopolitical conditions, it is necessary, through intensifying investment policy, to seriously increase the country's economic potential, providing it with a stable energy base with the maximum possible participation in world energy markets. Based on updated forecasts for the export of Russian fuel, three scenarios for accelerating the development of the economy and fuel and energy complex of Russia for the period up to 2050 have been formed. The energy supply requirements for these scenarios have been studied in connection with the dynamics of greenhouse gas emissions. A corridor has been identified for rational growth rates of investment in fixed capital with the corresponding dynamics of gross domestic product (GDP) and development of the energy sector until 2050.

Keywords: economy, gross domestic product, investment, energy complex, energy resources, energy production, energy consumption, greenhouse gases.

Received 01.02.2024. Accepted 12.03.2024.

For citation: *A.A. Makarov, F.V. Veselov and V.A. Malakhov. Scenarios for Intensification of Economic and Energy Development in Russia // Studies on Russian Economic Development. 2024. Vol. 35. No. 4. Pp. 540-553.*

DOI: 10.1134/S1075700724700096