

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДИНАМИКИ ВВП РОССИИ К УДОРОЖАНИЮ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ НА ВНУТРЕННЕМ РЫНКЕ¹

Малахов В.А., Леокумович Н.В.

Институт энергетических исследований РАН, Москва, Россия

mva@eriras.ru, nata.kriklevskaya@mail.ru

Аннотация. Исследования чувствительности ВВП России к удорожанию энергоносителей на внутреннем рынке показали, цены электроэнергии и тепла оказывают наибольшее влияние на динамику ВВП. Указана необходимость поиска ценового компромисса между производителями и потребителями энергоносителей в рамках, планируемых Правительством РФ темпов роста экономики.

Ключевые слова: энергоёмкость экономики, энергоносители, коэффициент эластичности, валовой внутренний продукт, внутренние цены.

Введение

За последнее десятилетие Россия заняла сырьевую нишу в системе международной торговли. Это обуславливает высокую долю топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в ее экономике, в частности, высокую зависимость динамики ВВП и доходов госбюджета от мировых цен на топливо. Эта зависимость негативно сказывается на энергоэффективности отечественной экономики. В России в последние несколько лет приняты нормативные программные документы, в которых отражены амбициозные цели по повышению энергетической эффективности и по низкоуглеродному развитию экономики. Для их достижения необходимы значительные объемы капиталовложений в энергоёмких отраслях, в том числе в отраслях ТЭК. При этом высокая степень износа производственных мощностей этих отраслей потребует осуществления больших объёмов инвестиций уже в ближайшие годы, что при высоких ставках по привлекаемым займам и недостаточной доли участия государства в инвестициях вынуждает Правительство РФ рассматривать вопрос об ускоренном росте внутренних цен основных энергоносителей. Однако, в силу высокой энергоёмкости экономики России, форсированное удорожание топлива и энергии на внутреннем рынке может поставить под угрозу планируемые Правительством РФ высокие темпы ее роста в обозримой перспективе.

1. Актуальность исследования

Энергоёмкость российской экономики превышает энергоёмкость ведущих стран мира в 1,8-2,7 раза [1]. По данным Росстата за период 2015-2021 гг. энергоёмкость российской экономики в текущих ценах снизилась почти на треть. На рис. 1 представлена динамика энергоёмкости ВВП России в текущих и сопоставимых ценах за 2015-2021 гг., а также объёмы совокупного потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) [2].

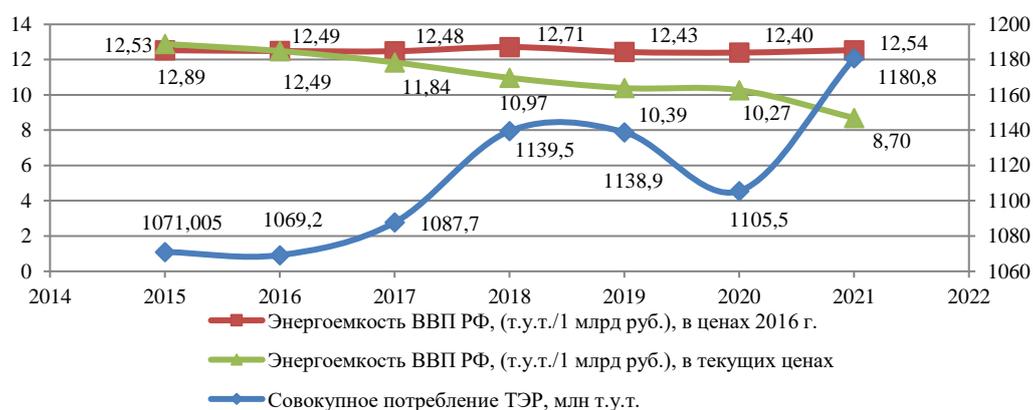


Рис. 1. Энергоёмкость ВВП РФ и совокупное потребление топливно-энергетических ресурсов, 2015-2021 гг.

¹ Исследования выполнены за счет гранта Российского научного фонда (проект № 21-79-30013 от 17.03.2021)

Во всех версиях Энергетической стратегии России, принятых за последние 30 лет, указывалось на необходимость снижения энергоемкости отечественной экономики. Несмотря на это, динамика потребления первичных энергоресурсов в стране в ретроспективные годы слабо отличалась от динамики ВВП в сопоставимых ценах. В результате, энергоемкость ВВП России в сопоставимых ценах за последние восемь лет практически не изменилась (Рис.1).

В электро- и теплоэнергетике сильный износ производственных фондов приводит к увеличению удельных расходов топлива. Кроме того, в теплоэнергетике наблюдаются высокие потери в тепловых сетях (8,1-19,1% в 2019 г., 8,6-19,7% в 2020 г.) [3]. Не менее острая проблема со старыми фондами наблюдается в обрабатывающей промышленности, транспортной отрасли, жилищно-коммунальном хозяйстве, строительстве. Для ее решения необходимо привлечение больших объемов капиталовложений в ближайшие несколько лет. Таким образом, снижение энергоемкости экономики России невозможно без форсированных инвестиций в стране и, следовательно, увеличения нормы накопления в экономике в кратко- и среднесрочной перспективе.

Однако за анализируемый период в России прослеживается вялая динамика валового накопления основного капитала (ВНОК), которая мало отличается от динамики ВВП (Рис. 2) [4].

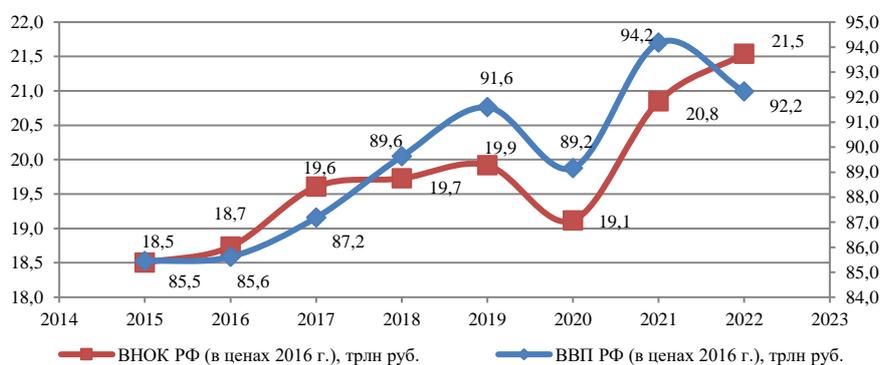


Рис. 2. Динамика ВВП и ВНОК России, 2015-2021 гг.

В результате норма накоплений в экономике России (рассчитанная как частное от деления ВНОК и ВВП) за последние годы практически не увеличилась (Рис. 3) [5]: за анализируемый период доля инвестиций в основной капитал в структуре использования ВВП РФ колебалась вокруг 20%.

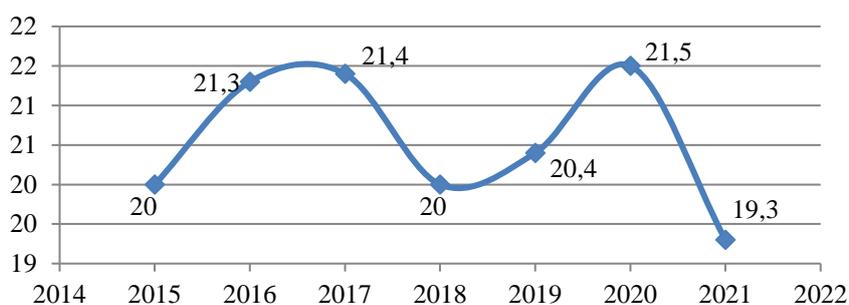


Рис. 3. Доля валового накопления основного капитала в ВВП РФ, 2015-2021 гг., %

Преобладание собственных средств в инвестициях отраслей экономики при низкой доле государственных средств также негативно влияет на возрастную структуру их производственных фондов [6]. В этих условиях существенное снижение энергоемкости экономики, равно как и достижение её технологического суверенитета в обозримой перспективе представляются маловероятным. Описанные выше системные проблемы в перспективе угрожают устойчивости энергоснабжения в стране и поступательному развитию ее экономики.

Поскольку в отраслях ТЭК собственные средства предприятий являются основным источником инвестиций, то главным инструментом по их увеличению и поддержанию является удорожание топлива и энергии на внутреннем рынке (в том числе рост регулируемых тарифов). Однако высокая энергоемкость российской экономики обуславливает значительную чувствительность инфляции в стране к удорожанию энергоносителей. Электроэнергия и тепло, наряду с перевозками сухопутным транспортом, являются наиболее значимыми для промежуточного потребления страны продуктами и

составляют заметную долю в затратах практически всех отраслей экономики (не только промышленных). Удорожание газа, помимо роста текущих издержек и цен продукции непосредственно в газоемких отраслях промышленности (химической промышленности и металлургии), вызывает почти пропорциональное повышение цен на электроэнергию и тепло из-за доминирующей роли топливной составляющей затрат в электроэнергетике.

Рост цен на энергоносители на внутреннем рынке является мощным стимулом к энергосбережению и реализации потенциала роста энергоэффективности в экономике. Однако расширение и модернизация основных фондов в энергетических отраслях в результате ускоренного удорожания энергоносителей, скорее всего, окажется избыточным для покрытия спроса на топливо и энергию в стране. Этот спрос может сдерживаться из-за чрезмерного ценового давления на энергопотребителей и ростом количества убыточных предприятий в экономике и снижением производственной и инвестиционной активности в стране. Таким образом, чувствительность динамики отечественной экономики к росту внутренних цен на энергоносители требует проведения комплексной оценки. Сутью комплексной оценки является учет всех возможных последствий в части роста издержек и цен, снижения динамики инвестиций в газоемких отраслях, изменения динамики доходов и расходов домашних хозяйств и консолидированного государственного бюджета страны.

В настоящее время на внутреннем рынке газа сохраняется прямое регулирование роста оптовых и розничных цен. Прямое или косвенное регулирование доминирует в сложной структуре цены электроэнергии для конечных потребителей, объединяющей стоимость электроэнергии, платежи за мощность и сетевые тарифы. Это, в известной мере, снижает риски неконтролируемого роста цен и создает возможности для управляемого удорожания топлива и энергии.

Рост цен на топливо-энергетические ресурсы на внутреннем рынке приводит к росту энергетических издержек в производственных отраслях экономики, что в условиях текущих жестких бюджетных ограничений в этих отраслях неизбежно приводит к росту отпускных цен на их продукцию (Рис. 4). Рост энерготарифов вкупе с возрастанием отпускных цен в отраслях экономики является причиной высокой инфляции. Высокая инфляция негативно сказывается на финансовом состоянии производственных отраслей экономики и реальных доходах домашних хозяйств. В результате экономические субъекты вынуждены урезать свои производственные планы и снижать инвестиции, а население сдерживать свое потребление. Это все отрицательно влияет и на доходы госбюджета.



Рис. 4. Мультипликативное воздействие цен топлива и энергии на экономику

Снижение объемов инвестирования в отраслях экономики и конечного потребления со стороны домашних хозяйств и государства приводит к падению спроса на продукцию отраслей, производящих конечные и инвестиционные товары и услуги. Падение производства этих отраслей по межотраслевым

связям вызывает уменьшение выпуска во всех остальных отраслях отечественной экономики. Далее это приводит к сокращению производственных и инвестиционных планов у всех экономических секторов и происходит новое дополнительное уменьшение совокупного спроса на товары и услуги в стране – это одна волна мультипликативного воздействия форсированного удорожания энергии (Рис. 4). Другая волна связана с уменьшением выручки отраслей и соответствующим снижением оплаты труда работников и налоговых выплат государству, которое, в свою очередь, служит причиной дополнительного снижения совокупного спроса в стране (Рис. 4).

Описанная логическая схемы показывает, что ключевым фактором мультипликативных эффектов в экономике являются её межотраслевые взаимодействия. Поэтому для оценки этих эффектов нами использовались межотраслевые модели, построенные на методике межотраслевого баланса. Главным элементом этих моделей является “Таблица ресурсов и использования товаров и услуг в экономике”, регулярно публикуемая Росстатом. Ретроспективные исследования чувствительности макроэкономических показателей (главным образом валового выпуска в стране) к различным возмущениям опираются на ретроспективные данные из этой таблицы за конкретный отчетный год [7] (или несколько лет). Результаты этих исследований нельзя применять для прогнозных оценок (особенно на долгосрочную перспективу), поскольку в них отраслевая структура экономики и векторы удельного промежуточного потребления в каждой отрасли фиксировались на отчетном уровне.

Решить задачу учета структурных изменений в экономике и её отраслях в прогнозном периоде позволяет сценарный подход [8, 9]. Его использование предусматривает построение комплексного сценария развития экономики на требуемую перспективу, в котором закладываются необходимые изменения структурных и технологических параметров. Этот сценарий служит основой для исследования возможных экономических последствий, которые определяются изменениями базовых (полученных в базовом сценарии) значений основных макроэкономических показателей в результате возмущения со стороны ТЭК. Таким управляющим возмущением в данном случае является задаваемый дополнительный рост внутренних цен электроэнергии, централизованного тепла и газа.

В нашем исследовании для разработки базового сценария использовались целевые показатели базового прогноза социально-экономического развития страны на период 2024-2026 гг., разработанного Правительством РФ (его параметры опубликованы на сайте Минэкономразвития России в режиме доступа 14.04.2023). Для более долгосрочной перспективы в качестве ориентиров использовались параметры другого уже долгосрочного правительственного прогноза развития экономики страны, разработанного Минэкономразвития России (МЭР) осенью 2018 года [10].

2. Результаты расчетов

При формировании прогнозных показателей развития отраслей для базового сценария экономики нами использовалась нелинейная оптимизационная межотраслевая модель МЭНЭК, которая является оригинальной разработкой ИНЭИ РАН [11]. Как и во всех межотраслевых моделях, структурной основой МЭНЭК являются балансы производства, импорта и использования товаров и услуг в экономике (в данном случае 34 продуктов).

Как было описано выше, макроэкономические последствия удорожания энергии на внутреннем рынке обусловлены изменениями финансового состояния секторов экономики. Поэтому одной из особенностей модели МЭНЭК является то, что в ней моделируется финансовые балансы 27 отраслей экономики, балансы доходов и расходов консолидированного госбюджета и совокупности домашних хозяйств. Необходимость учета всех финансовых потоков и в текущих, и в сопоставимых ценах обуславливает нелинейность оптимизационных задач, решаемых в МЭНЭК. В модели МЭНЭК большинство ограничений и расчетных индикаторов аналитически выражены полилинейными функциями. В этих функциях слагаемые содержат произведения переменных в первой степени. В результате эти функции являются линейными по каждой переменной при фиксации остальных переменных. Специально для модели МЭНЭК в ИНЭИ РАН был разработан обобщенный метод решения задач полилинейного программирования [12].

В базовом сценарии ВВП России возрастает к 2050 году почти в 2,33 раза, таким образом, среднегодовой темп роста экономики достигает 2,9% (Таблица 1). При этом динамика цен централизованного тепла и электроэнергии для всех категорий потребителей не превышает индекс потребительских цен (рост на 4% в год), а динамика цены газа на внутреннем рынке даже немного отстает от инфляции (3% в год).

Таблица 1. Основные параметры базового сценария

Наименование показателя	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ВВП						
индекс реального роста к уровню 2020 г., %	110,7	129,0	149,4	173,2	200,8	232,8
индекс реального роста за 5-летку, %	110,7	116,6	115,8	115,9	115,9	115,9
Цена электроэнергии¹						
индекс роста к уровню 2020 г., %	121,7	148,0	180,1	219,1	266,6	324,3
индекс роста за 5-летку, %	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7
Цена тепловой энергии²						
индекс роста к уровню 2020 г., %	121,7	148,0	180,1	219,1	266,6	324,3
индекс роста за 5-летку, %	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7
Цена газа на внутреннем рынке³						
индекс роста к уровню 2020 г., %	115,9	134,4	155,8	180,6	209,4	242,7
индекс роста за 5-летку, %	115,9	115,9	115,9	115,9	115,9	115,9

¹ тарифы сетевых компаний для всех категорий потребителей, включая население

² централизованное теплоснабжение

³ средняя оптовая цена для всех категорий потребителей, включая население

Для анализа чувствительности ВВП России к дополнительному удорожанию энергоносителей использовалась имитационная многоагентная межотраслевая модель MEMMAS [13], которая также является оригинальной разработкой ИНЭИ РАН. В ней экономическими агентами являются производственные отрасли экономики (27 отраслей – как и в МЭНЭК), совокупность домашних хозяйств и государство. Функционирование и взаимодействие этих агентов описывается в модели как процессы принятия и при необходимости корректировки своих производственных, ценовых, потребительских и инвестиционных решений при резких задаваемых изменениях ключевых факторов развития экономики страны (в данном случае резкого удорожания энергоносителей внутри страны). Помимо продуктовых и финансовых балансовых уравнений, MEMMAS включает в себя и поведенческие алгоритмы, определяющие выработку и последующую корректировку агентских решений. В этих алгоритмах ключевыми факторами, определяющими поведение модельных агентов, являются: валютный курс (курс рубля к доллару США), объемы и стоимость импорта, изменения совокупного спроса на каждый модельный продукт, финансовое состояние агентов. Поведенческие алгоритмы модели математически представлены разрывными функциями верхнего уровня над непрерывными функциями нижнего уровня (дискретно-непрерывными функциями). Расчеты на модели MEMMAS можно назвать условно-динамическими, поскольку представляют собой последовательность взаимосвязанных годовых или 5-летних расчетов. Для каждого прогнозного года или 5-летки начальные (исходные) значения всех экзогенных и расчетных показателей модели MEMMAS определялись численными уровнями, полученными на модели МЭНЭК в рамках расчетов по базовому сценарию. Далее задавались 10%-ые возмущения внутренних цен указанных энергоносителей от прогнозных уровней базового сценария, что и являлось импульсом к началу имитационных расчетов на MEMMAS.

Наибольшую чувствительность ВВП России проявляет к возмущениям цены электроэнергии (Таблица 2). Это связано с тем, что электроэнергия является наиболее вовлеченным энергоносителем в корзинах промежуточного и конечного потребления страны. При увеличении на 10% всей прогнозной динамики цены электроэнергии итоговый 30-летний прирост этой цены возрастает на 32,43 процентных пункта (п.п.), поскольку в базовом сценарии цена электроэнергии увеличивается на 324,3% за 30 прогнозных лет (Таблица 1). В результате этого возмущения итоговый прирост ВВП за эти 30 лет сокращается на 3,62 п.п. Таким образом, к концу прогнозного периода коэффициент чувствительности (эластичности) индекса роста ВВП России к относительному удорожанию электроэнергии составил -0,112. Но в первую прогнозную 5-летку (к 2025 году) этот коэффициент эластичности в расчетах составил -0,153, т.е. в прогнозируемом периоде он постепенно снижается (Таблица 2).

Цена централизованной тепловой энергии является второй по значимости с точки зрения влияния её роста на динамику ВВП. Коэффициент эластичности роста ВВП к возмущению этой цены в прогнозируемом периоде снижается с -0,114 в 2025 году до -0,093 в 2050 году. Коэффициент чувствительности динамики ВВП к дополнительному росту внутренней цены газа в расчетах падает с -0,086 в 2025 году до -0,06 к концу прогнозного периода.

Таблица 2. Эластичность роста ВВП к удорожанию основных энергоносителей

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<i>Возмущение на 10% цены электроэнергии к уровню базового сценария</i>						
Δ индекса роста цены электроэнергии к уровню 2020 г.	12,17	14,80	18,01	21,91	26,66	32,43
Δ индекса реального роста ВВП к уровню 2020 г.	-1,86	-2,20	-2,44	-2,72	-3,12	-3,62
<i>коэффициент эластичности</i>	<i>-0,153</i>	<i>-0,149</i>	<i>-0,135</i>	<i>-0,124</i>	<i>-0,117</i>	<i>-0,112</i>
<i>Возмущение на 10% цены тепловой энергии к уровню базового сценария</i>						
Δ индекса роста цены тепловой энергии к уровню 2020 г.	12,17	14,80	18,01	21,91	26,66	32,43
Δ индекса реального роста ВВП к уровню 2020 г.	-1,39	-1,66	-1,88	-2,20	-2,58	-3,03
<i>коэффициент эластичности</i>	<i>-0,114</i>	<i>-0,112</i>	<i>-0,104</i>	<i>-0,100</i>	<i>-0,097</i>	<i>-0,093</i>
<i>Возмущение на 10% цены газа к уровню базового сценария</i>						
Δ индекса роста цены газа к уровню 2020 г.	11,59	13,44	15,58	18,06	20,94	24,27
Δ индекса реального роста ВВП к уровню 2020 г.	-1,00	-1,11	-1,16	-1,22	-1,32	-1,45
<i>коэффициент эластичности</i>	<i>-0,086</i>	<i>-0,083</i>	<i>-0,074</i>	<i>-0,067</i>	<i>-0,063</i>	<i>-0,060</i>

Необходимо отметить, что снижение чувствительности ВВП к удорожанию энергоносителей в прогнозном периоде обусловлено тем, что в базовом сценарии предусмотрено уменьшение показателя энергоёмкости отечественной экономики, благодаря опережающему росту суммарных инвестиций в стране, который превосходит прогнозную динамику других макроэкономических показателей.

3. Заключение

Энергоёмкость российской экономики в два раза превышает уровень ведущих стран мира. Причем за последние годы, несмотря на все усилия государства, энергоёмкость отечественной экономики в сопоставимых ценах практически не изменилась. Основной причиной этому является устаревание и сильный износ производственных фондов во многих секторах экономики. Для преодоления тенденции устаревания производственных фондов необходимо уже в краткосрочном периоде привлечь в реальный сектор экономики большие объёмы капиталовложений. Проблема усугубляется необходимостью учитывать принятые в нашей стране нормативные программные документы, нацеленные на повышение энергетической эффективности и на низкоуглеродное развитие экономики. Отрасли ТЭК (особенно электро- и теплоэнергетика) являются наиболее энергоёмкими и углеродоемкими секторами экономики. Недофинансирования инвестиций в этих отраслях не только делает маловероятным достижение амбиционных целей, указанных в этих программных документах, но и угрожает устойчивости энергоснабжения в стране и поступательному развитию её экономики.

Собственные средства предприятий являются основным источником инвестиций в экономике, включая отрасли ТЭК. Поэтому при высоких ставках по привлекаемым займам и недостаточной роли государства в софинансировании инвестиций в ТЭК, ключевым инструментом по их увеличению и поддержанию является увеличение цен на энергоносители (в том числе рост регулируемых тарифов). Однако высокая энергоёмкость российской экономики обуславливает значительную чувствительность макроэкономических показателей в стране к удорожанию энергоносителей. С одной стороны, рост цен на энергоносители является мощным стимулом к реализации потенциала роста энергоэффективности в экономике. С другой стороны, чрезмерное ценовое давление на энергопотребителей может повлечь за собой снижение производственной и инвестиционной активности в стране. Таким образом, чувствительность динамики отечественной экономики к росту внутренних цен на энергоносители требует проведения комплексной оценки.

Фактором, оказывающим наибольшее влияние на развитие энергоёмких отраслей, является стоимость электроэнергии, поскольку электроэнергия потребляется абсолютно всеми экономическими субъектами. Согласно нашим модельным расчетам, в среднесрочной перспективе (5 лет) каждый дополнительный процент роста цены электроэнергии будет приводить к снижению темпов реального роста ВВП на 0,15%. Таким образом, коэффициент эластичности роста ВВП России к удорожанию

электроэнергии составит -0,15. В долгосрочной перспективе этот коэффициент эластичности снижается до -0,11.

Литература

1. *Соколов М.М.* Энергоемкость экономики России и основные факторы, воздействующие на ее уровень и динамику. Экономика промышленности. 2023. – 16(1). – С. 34-50.
2. Баланс энергоресурсов в РФ URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения 09.04.2024)
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 9 сентября 2023 г. № 1473 «Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности»». – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/file/940a6e8a3daa0d2c8c110175afbd8091/1473_09092023.pdf (дата обращения 20.02.2024)
4. Валовое накопление основного капитала в соответствии с методологией СНС 2008 URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57373> (дата обращения 11.03.2024)
5. Доля инвестиций в основной капитал в ВВП РФ URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/55375> (дата обращения 11.03.2024)
6. Инвестиции в России. Официальное издание. Сборник 2023. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Invest_2023.pdf (дата обращения 26.03.2024)
7. *Широв А.А., Гусев М.С., Фролов И.Э.* Макроэкономические эффекты оборонных расходов России: ретроспективный анализ и прогноз // Проблемы прогнозирования. 2018. №4. – С. 3-6.
8. *Ксенофонтов М.Ю., Широв А.А., Ползиков Д.А., Янговский А.А.* Оценка мультипликативных эффектов в российской экономике на основе таблиц «затраты-выпуск» // Проблемы прогнозирования. 2018. № 2. – С. 3-13.
9. *Прокопьев М.Г.* Целевые установки и проблема их реализации в сфере энергосбережения: снижение энергоемкости ВВП // Проблемы рыночной экономики. – 2020. – № 3. – С. 21-30 (данные первичного потребления за 2015 г.)
10. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года. – М.: Минэкономразвития РФ, 28.11.2018. – 47 с. URL: <https://kurl.ru/cxNXx> (дата обращения 29.02.2024)
11. *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.
12. *Шапот Д.В., Лукацкий А.М.* Методы решения задач полилинейного программирования // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2001. Т.41. № 5. – С. 680-691.
13. *Malakhov V., Nesytykh K., Dubynina T.* A multi-agent approach for the intersectoral modeling of the Russian economy // Proc. of the 10-th International Conference: Management of Large-Scale System Development (MLSD'2017). – IEEE Conference Publications. – Moscow, 2017. – P. 1-5. DOI: 10.1109/MLSD.2017.8109656