

11/22

ПРЕПРИНТЫ

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И
ИНТЕГРАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
FOREIGN ECONOMIC
POLICY AND
INTEGRATION PROCESSES

В. Ю. Поташников
П. А. Леваков

**НОВЫЕ ВЫЗОВЫ
ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(РАНХиГС)

«Новые вызовы энергетики России»

Поташников Владимир Юрьевич – Старший научный сотрудник Института прикладных экономических исследований, Международной лаборатории исследований проблем устойчивого развития, ORCID – 0000-0001-9237-3100, E-mail: potashnikov.vu@gmail.com

Леваков Павел Александрович – Младший научный сотрудник Международная лаборатория исследования проблем устойчивого развития ИПЭИ РАНХиГС, ORCID – 0000-0003-4731-5766, E-mail: levakov-pa@ranepa.ru

Москва 2022

Аннотация

В настоящее время структурные изменения переживают многие сектора российской экономики, в том числе и топливно-энергетический сектор. Это связано как с энергетической трансформацией (существенное изменение структуры энергетического баланса), так и событиями 2022 года. В рамках статьи проанализировано, как эти изменения отразятся на энергетике России. Во-первых, оцениваются риски сокращения экспорта природного газа в страны ЕС. Поставки газа в ЕС являются существенной частью экспортной выручки России, а сами поставки сложно переориентировать на другие направления. Во-вторых, проанализировано, как изменения, повлияют на развитие энергетики на примере двух сценариев развития энергетики до и после 2022 года. Наконец, оценивается, как произошедшие изменения повлияют на возможность проводить активную климатическую политику России.

Сокращение внутреннего спроса на газ в ЕС маловероятно, как, впрочем, и наращивание добычи. Однако возможно наращивание импорта СПГ (сжиженного природного газа), что может позволить ЕС отказаться от импорта природного газа из России в ближайшие годы. Номинальные мощности ЕС по регазификации позволяют потенциально увеличить импорт ЕС СПГ на 110 млрд кубических метро в год. Это может быть сделано как за счет перенаправления поставок из других стран в ЕС, так и за счет увеличения добычи и сжижения СПГ.

С большой степенью вероятности можно утверждать, что без активной климатической политики уровень выбросов парниковых газов существенно вырастет. Помимо климатических последствий и сопутствующих негативных экологических последствий, это также негативно влияет на перспективы развития экономики. Так, большее потребление ископаемого топлива делает экономику более зависимой от их цен и снижает экспортный потенциал.

Анализ сценариев декарбонизации показал, что в результате произошедших изменений проведение активной климатической политики будет стоить дороже при более скромных результатах.

Ключевые слова: природный газ, Климатическая политика, международная торговля, энергетика, декарбонизация, RUTIMES, СПГ, Репрезентативная Энергетическая Система.

JEL: F1, O13, Q4

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
(RANEPA)

«New Challenges for the Russian Energy Industry »

Potashnikov V. Y – Senior Researcher, IEP at E.T. Gaidar University, International Laboratory for the Study of Sustainable Development Problems, ORCID - 0000-0001-9237-3100, E-mail: potashnikov.vu@gmail.com

Levakov P. A. – Junior Researcher, International Laboratory for the Study of Sustainable Development Problems, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), ORCID – 0000-0003-4731-5766, E-mail: levakov-pa@ranepa.ru

Abstract

Currently many sectors of the Russian economy, including the fuel and energy sector, are undergoing structural changes. This is due both to the energy transformation (a significant change in the structure of the energy balance) and the recent events of 2022. The article analyzes how these changes will affect the Russian energy sector. Firstly, the risks of reducing natural gas exports to the EU countries are assessed. Gas supplies to the EU are a significant part of Russia's export earnings, and the supplies themselves are difficult to redirect to other directions. Secondly, it is analyzed how recent changes will affect the development of the energy sector using the example of two scenarios for the development of the energy industry before and after 2022. Finally, it is assessed how the changes that have taken place will affect the effectiveness of an active climate policy in Russia.

The possibility of a reduction in domestic demand for gas in the EU or an increase in production is unlikely. However, an increase in LNG (liquefied natural gas) imports is possible, which may allow the EU to abandon natural gas imports from Russia in the coming years. EU nominal regasification capacity allows for a potential increase in EU LNG imports by 110 billion cubic meters per year. This can be done both by redirecting supplies from other countries to the EU, and by increasing production and liquefaction of LNG.

As a result of an increased sanctions pressure, with a high degree of probability, without an active climate policy, the level of greenhouse gas emissions will increase significantly. In addition to climate effects and associated negative environmental impact, this also negatively affects the prospects for economic development. Thus, greater consumption of fossil fuels makes the economy more dependent on their prices and reduces the potential for an increase in the volume of export.

An analysis of decarbonization scenarios has shown that because of the recent events, an active climate policy will cost more, with more modest results.

Keywords: natural gas, climate policy, international trade, energy, decarbonization, RUTIMES, LNG, Representative Energy System.

JEL: F1, O13, Q4

Содержание

Введение	6
1. Потенциал сокращения спроса ЕС на природный газ России	7
2. Анализ новых вызовов энергетики России	16
3. Влияние новых вызовов энергетики на возможности проведения активной климатической политики	25
Заключение.....	29
Благодарности.....	31
Список источников.....	32

Введение

В настоящее время российская энергетическая система находится в процессе трансформации, вызванной как возможностью энергетического перехода к возобновляемым источникам энергии, так усилившимся санкционным давлением. Уже в ближайшей перспективе в энергетическом балансе можно ожидать потенциальный уход от сжигания ископаемого топлива и его замену на возобновляемые источники энергии. В частности, угольная энергетика может быть заменена солнечной и ветровой. Возросшее давление со стороны стран ЕС может оказать негативное воздействие на объем экспорта энергоносителей. В связи с чем трансформация мировой энергетической системы для России — это не только возможность построения новой, более чистой экономики, производящей продукты с большей добавленной стоимостью, но также возможность получить доступ к мировым рынкам. В первую очередь это касается возможностей экспорта электроэнергии и водородного топлива, который в настоящее время не находится под иностранными санкциями, а также снижения вредных выбросов, отрицательно влияющих на здоровье населения. В рамках работы нами анализируются ключевые вызовы, стоящие перед российским топливно-энергетическим сектором.

В первом разделе проанализирован ключевой для российской энергетики вопрос о возможности и темпах ЕС по замещению поставок природного газа из РФ.

После этого проанализировано, как изменение на внешнем рынке могут отразиться на долгосрочном развитии энергетики на примере двух экстремальных сценариев. Для верификации результатов был проведен анализ чувствительности к критическим предпосылкам. На основе этого анализа делаются выводы о краткосрочных и долгосрочных перспективах трансформации энергетики в Российской Федерации. В заключительной части было проанализированы возможности России проводить активную климатическую политику.

1. Потенциал сокращения спроса ЕС на природный газ России

Согласно данным ВР [1] Россия обладает 20% мировых запасов природного газа, и 17.5% добычи. Несмотря на столь внушительные показатели, внутреннее потребление природного газа России настолько велико, что доля России в обеспечении остального мира природным газом составляет всего 5.5%¹. Таким образом, теоретически для замещения природного газа России все остальные производители должны увеличить выпуск на менее чем 6% или увеличить эффективность использования текущего газа на то же значение.

Однако, в отличие от высокомаржинальной нефти, издержки транспортировки высоки по сравнению со стоимостью конечного продукта, а возможности инфраструктуры весьма ограничены. По этой причине замещение природного газа из России в Европейский Союз (здесь и далее ЕС, подразумевается ЕС27 + Великобритания), является весьма проблематичной в краткосрочной перспективе.

В больших объемах существует две технологии транспортировки природного газа: газопроводами, и танкерами в сжиженном виде (СПГ - сжиженный природный газ). СПГ транспортируется танкерами с относительно низкими предельными издержками от расстояния, что позволяет довольно легко переориентировать поставки, но требует наличия терминалов по регазификации природного газа. Использование СПГ снижает монопольную власть поставщика и стран-посредников, что позволяет снизить цену конечного продукта. Однако газификация, и регазификация стоят довольно дорого, а применение СПГ возможно в странах с выходом к морю, что ограничивает применение этой технологии.

Ниже (*рисунок 1*) показана роль России в обеспечении нужд природного газа ЕС. Из 700 млрд кубических метров, добытых Россией, 226 млрд кубических метров пошли на экспорт, 40 из которых транспортируется в виде СПГ. Поставки газа в ЕС из России достигает 32% (150 млрд кубических метров), из которых только 17 млрд кубических метров доставляются в виде СПГ. Таким образом, теоретически Россия может перенаправить свои поставки СПГ из Европы в другие страны, а другие страны могут нарастить свои поставки СПГ в ЕС, что формально снизит зависимость ЕС от

¹ Расчеты автора, на основе данных [1]

Российского газа. Как следствие, возможности ЕС ограничить углеводородную ренту России от продажи СПГ низкие.

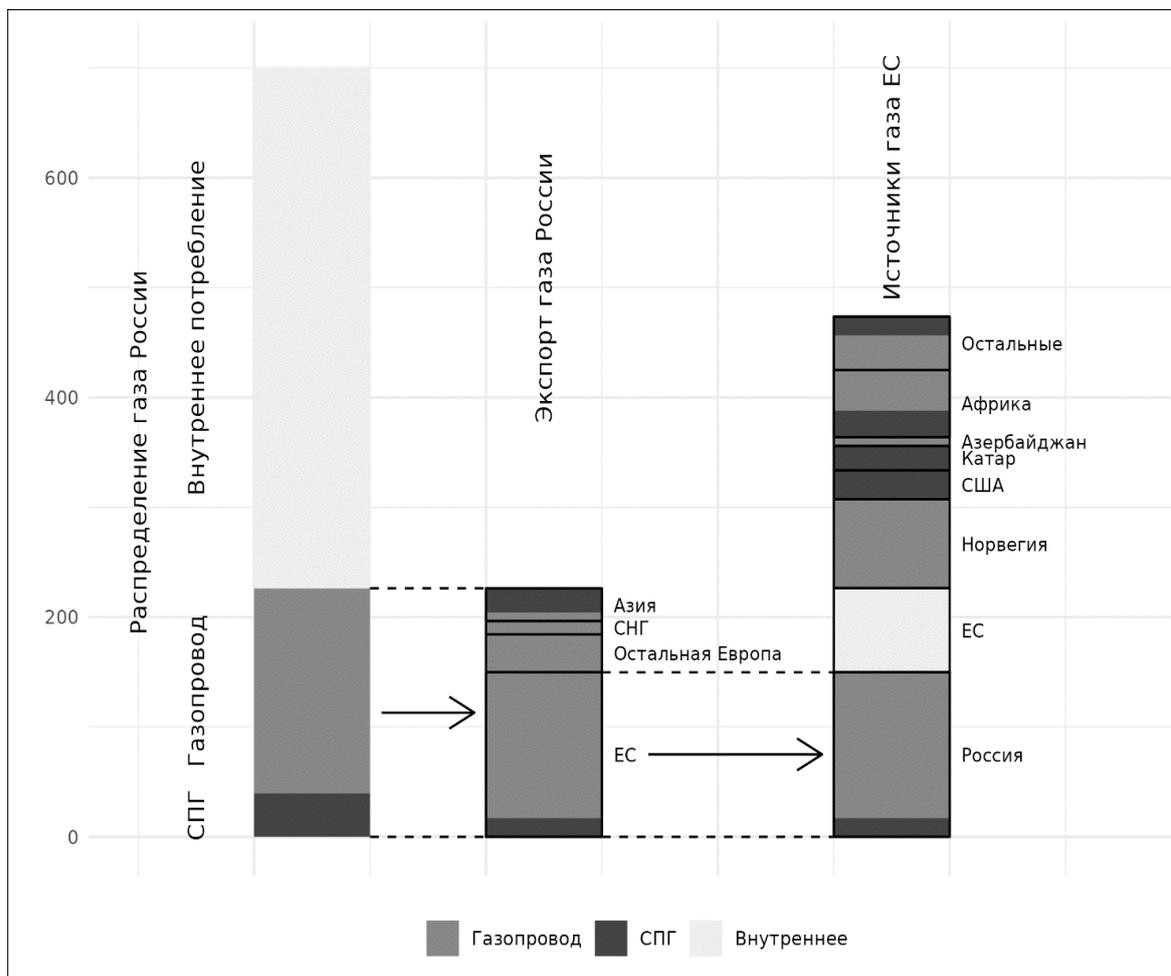


Рисунок 1. Роль России в обеспечении нужд природного газа ЕС.

Источник: Расчеты автора, на основе данных [1].

Возможности стран ЕС в ограничении закупок природного газа из газопроводов сильно выше, как и возможности России ограничить поставки в ЕС. Однако сделать это ЕС может только при условии обеспечения работоспособности экономики. Страны Европы (не только ЕС 28) уже имеет успешный опыт сокращения потребления Российского газопроводного газа. Так, с 2008 по 2021 это потребление сократилось более чем на четверть. Отдельно стоит отметить ситуацию с потреблением газа во время пандемии. В 2020 году потребление газа Европы из России сократилось на 13%, при этом при восстановлении спроса в 2021 году со стороны Европы объем импорта газа из РФ не изменился².

² Расчеты автора, на основе данных [1]

Для сокращения спроса ЕС может применить комбинацию мер: сокращение внутреннего потребления природного газа за счет повышения энергоэффективности или переключения на другие виды топлива, а также постройка дополнительных газопроводов или терминалов по приему СПГ для обеспечения потребностей ЕС. Нарращивание собственной добычи маловероятно, с учетом падения добычи ЕС за последние 20 лет на 8.5 млрд кубических метров в год³. Каждый из этих способов имеет свои недостатки, и требует инвестиций и времени. Более того, в случае наращивания поставок из других стран могут потребоваться дополнительные инвестиции соответствующих стран, и решения проблем получения разрешения на постройку газопроводов от стран, по которым может быть поставлен природный газ для ЕС. Поэтому более энергоэффективное потребление природного газа, и замещение природного газа другими источниками энергии, например, углем и биотопливом, может являться более быстрым и экономичным решением.

Рост популярности природного газа связан с активной климатической политикой, значительно меньшим числом вредных выбросов, меньшей ценой по сравнению с нефтью, и большим удобством в использовании. На 4 страны приходится 60% потребления природного газа: Германия 19%, Великобритания 16%, Италия 15%, а Франция 9%. ЕС обладает развитой газотранспортной системой на континенте, что в некоторой степени снижает необходимость анализировать каждую страну в отдельности.

Более амбициозная климатическая политика, включая Парижское соглашение, стимулирует сокращать использование газа. Например, солнечные и ветровые электростанции вытесняют газовые. Это позволило не наращивать генерацию электроэнергии на 9–12 млрд м³ в год⁴. Планы остановки АЭС (атомных электростанций) Германии, может потребовать замещение 64 ТВтЧ⁵. Не выведение АЭС Германии потенциально позволило снизить потребление газа 12–15 млрд кубических метров⁶.

³ Расчеты авторов, на основе данных [2]

⁴ Расчеты авторов, в предположении КПД генерации электроэнергии 45–60%

⁵ Выпуск электроэнергии АЭС Германии в 2019 году на основе данных [2]

⁶ Расчеты авторов, в предположении КПД генерации электроэнергии 45–60%

Для анализа причин изменения в спросе ЕС на природный газ ниже (рисунк 2) показан аналог декомпозиции Кая, но примененная к задаче потребления природного газа, а не сокращения парниковых газов, рассчитанное по формуле:

$$\text{Потребление_газа} = \text{Pop} * \text{GDPpcap} * \text{EnergyEff} * \text{Share}_{gas} \quad (1)$$

где Pop — население, GDPpcap — ВВП на душу в постоянных ценах, EnergyEff — энергоэффективность, Share_{gas} - доля природного газа в первичном потреблении энергии.

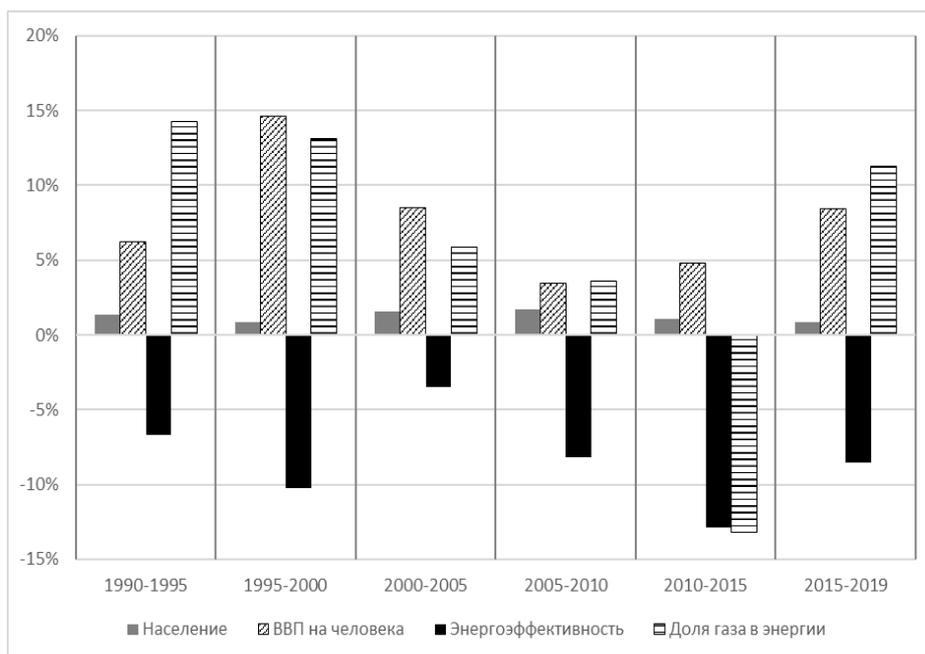


Рисунок 2. Декомпозиция Кая потребления природного газа ЕС

Источник: Расчеты автора, на основе данных [2], [3].

Повышение спроса происходило за счет повышения производительности экономики, населения, и роста доли природного газа в потреблении энергии ЕС (за исключением 2010–2015). При этом, на протяжении всего периода наблюдался устойчивый рост энергоэффективности, который, в том числе приводит к сокращению спроса природного газа. Ниже (рисунк 3) показана структура потребления природного газа секторами экономики. Основными потребителями природного газа является здания (отопление, горячее водоснабжение, и приготовление пищи), генерация электроэнергии и тепла, и промышленность.

Возможности сокращения энергии на отопление весьма ограничена. Это может быть достигнуто за счет снижение температуры в зимний период. Например, снижение температуры с 20° до 18° может сэкономить 5 млрд кубических метров газа

[4]⁷ энергии только в Великобритании. Сокращение средней температуры в жилых домах может, теоретически, значительно сократить потребление газа ЕС. Предполагается, что экстренные меры ЕС27 позволят сократить на 15% потребление природного газа к марту 2023 [5], или примерно на 60 млрд кубических метров, что значительно ниже экспорта природного газа России в ЕС. Предлагаемые меры могут быть трудно имплементировать на практике из-за их радикальности.

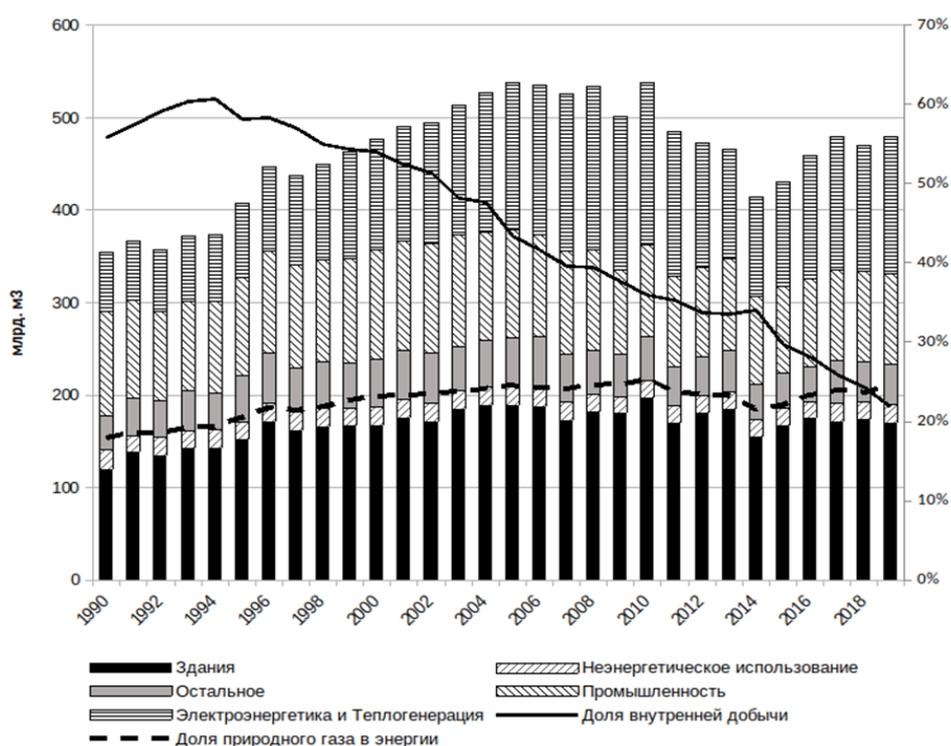


Рисунок 3. Структура потребления природного газа и его роль в энергетике ЕС.

Источник: Расчеты автора, на основе данных [2], [3].

Существуют и другие способы сокращения зависимости ЕС от природного газа, включая возобновление работы угольных электростанций, резкие ограничения на работу предприятий, и требований по сокращению кондиционирования воздуха, уличного освещения и прочего. Но все эти меры в краткосрочной перспективе имеют весьма ограниченный характер, так как быстрое замещение природного газа в черной металлургии, химической промышленности, равно как и в отоплении, невозможно произвести быстрыми темпами.

⁷ Переведено с коэффициентом 0.1 млрд кубических метров = 1 ТВтЧ

Альтернативой сокращению спроса на природный газ в ЕС, может являться наращивание импорта из других стран. По данным ВР, с 1991 по 2021 год, средней темп роста добычи природного газа, за исключением России, составило 68 млрд кубических метров⁸, или 45% российского экспорта в ЕС. С одной стороны, маловероятно, что ЕС сможет перенаправить весь прирост мировой добычи природного газа, на свои задачи. С другой стороны, средние показатели не отражают картину в целом, так как некоторые страны снижают добычу. Сроки разработки месторождений сланцевого газа значительно короче и требует меньше инвестиций, чем традиционный газ.

Наращивание поставок из других стран требует развития соответствующей транспортной инфраструктуры, инвестиций в добычу, и может нести политические риски. Все это требует не только вложений, но и времени. Ниже (*таблица 1*) показаны страны с существенными запасами и добычей природного газа, которые могут потенциально заместить импорт природного газа ЕС из России.

В настоящее время основными источниками газа в ЕС, кроме России, по газопроводам являются: Норвегия, с развитой системой газопроводов по морскому дну; Алжир, который несколькими газопроводами через Средиземное море поставляет газ в Испанию, Португалию и Италию, и может поставлять газ не только из Алжира, но и из других стран, включая Нигерию; Ливия, поставляющая газ в Италию; Трансанатолийский газопровод проходящий по территории Азербайджана, Грузии, Турции до Греции, затем через территорию Албании, до Италии. Между ЕС и остальной Европой наблюдается примерное равенство между экспортом и импортом газа.

⁸ Расчеты авторов, на основе данных [1]

Таблица 1. Страны, которые могут потенциально заместить импорт природного газа ЕС из России, млрд кубических метров.

Страна	Доказанные запасы	Добыча	Внутреннее потребление	Чистый экспорт и изменение запасов ⁹	Оценка протяженности газопровода до ЕС в обход России ¹⁰
США	12618.7	934.2	826.7	107.5	
Иран	32101.4	256.7	241.1	15.5	
Катар	24665.5	177.0	40.0	137.0	
Канада	1994.1	172.3	119.2	53.2	
Австралия	2389.6	147.2	39.4	107.8	
Саудовская Аравия	5984.5	117.3	117.3	0.0	
Норвегия	1532.7	114.3	4.3	110.0	граничит
Алжир	4335.1	100.8	45.8	55.0	10-500км через Средиземное море
Туркменистан	13601.3	79.3	36.7	42.6	Более 2000 км, возможно через море
Египет	2137.7	67.8	61.9	5.9	более 700км через Средиземное море
Индонезия	1429.5	59.3	37.1	22.2	
ОАЭ	5938.7	57.0	69.4	-12.4	
Нигерия	5473.0	45.9	0.0	45.9	
Казахстан	2257.1	32.0	15.1	16.8	Более 2000 км, возможно через море
Азербайджан	2503.7	31.8	12.7	19.1	Более 1700 км, возможно через море

Источник: [1].

⁹ Рассчитывались как разница между добычей и потреблением

¹⁰ На основе расчетов авторов

Для замещения импорта природного газа из России в ЕС с помощью газопроводов можно выделить три основных проекта. Это уже реализованный проект, по наращиванию поставок на 10 млрд кубических метров в Польшу из Норвегии до конца 2022 года [6]. И два проекта, которые находятся в разной степени готовности и на практике могут реализовываться от нескольких лет, до десятилетий из-за технических и политических осложнений. Первый проект постройки газопровода протяжённостью более 4000 км, проходящий из Нигерии в Алжир, и далее ЕС, стоимостью 13 млрд долларов. Реализация этого проекта позволит потенциально увеличить импорт ЕС из этих стран на 30 млрд кубических метров¹¹. Реализация Южного потока стоимостью 40 млрд долларов, позволит ЕС дополнительно импортировать 16 млрд кубических метров [7].

Экспорт из США, ОАЭ, Катара, Саудовской Аравии, Канады, Австралии и Индонезии в практическом плане возможен только с помощью СПГ. Рынок СПГ, активно развивается, с 2000 года вырос более чем в 3.5 раза, и объем межрегиональной торговли СПГ превысил соответствующий уровень торговли газопроводами¹². 190 млрд кубических метров СПГ продаются через спотовый рынок или краткосрочные контракты, и потенциально могут быть перенаправлены на рынок ЕС, за исключением 31 млрд кубических метров, которые уже идут в ЕС¹³. Средневзвешенный объем остальных, среднесрочных и долгосрочных, контрактов превышает 10 лет [8]. На Россию приходится всего 6% мощностей сжижения газа приходится на Россию, а номинальные мощности сжижения превышают фактические на 140 млрд кубических метров, что практически равно российскому экспорту газа в ЕС¹⁴.

Потенциально, компенсировать российский газ в ЕС возможно за счет наращивания объемов добычи стран экспортеров и торговли СПГ. Примечателен опыт США, Катара, Австралии, которые имеют опыт резкого наращивания добычи. Однако даже в лучшие годы прирост мировой межрегиональной торговли СПГ не превышал 55 млрд кубических метров.

Наличие достаточных мощностей в ЕС по регазификации может являться узким местом компенсации российского газа через СПГ. Текущие мощности

¹¹ URL: <https://www.reuters.com/business/energy/algeria-niger-nigeria-revive-talks-saharan-gas-pipeline-2022-06-22/> (дата обращения: 10.09.2022)

¹² Расчеты авторов, на основе данных [1]

¹³ Расчеты авторов, на основе [8]

¹⁴ Расчеты авторов, на основе [8]

регазификации потенциально позволяют нарастить объем регазификации на 110 млрд кубических метров¹⁵, но может также потребоваться расшивка узких мест ГТС. Для возведения дополнительных терминалов регазификации необходимо не более 2–3 лет от проекта, до первого получения газа¹⁶.

Таким образом, мы приходим к выводу, что в краткосрочной перспективе сокращение экспорта российского природного газа в страны ЕС кажется нереалистичным. Рассмотрим, как изменились перспективы трансформации российского топливно-энергетического комплекса в долгосрочной перспективе.

¹⁵ Расчеты авторов, на основе [8]

¹⁶ <https://esfccompany.com/en/services/lng-regasification-terminals/lng-regasification-terminal-construction/>

2. Анализ новых вызовов энергетики России

Как было отмечено ранее, в этом году энергетика России столкнулась с новыми вызовами, которые могут существенно отразиться на ее развитии на долгие годы вперед. Прежде всего эти ограничения выражаются в ограничениях доступа к капиталу и передовым технологиям, а также драматическими изменениями на международном рынке энергоресурсов. Причем характер этих изменений до конца не ясен, и зависит от многих факторов, которые выходят далеко за рамки текущего анализа и требует оценки дальнейшего развития событий. При этом какие-то выводы можно сделать уже сейчас, например оценив возможные границы изменений.

Для этого были построены два сценария развития энергетики, охватывающие два граничных случая – события никак не повлияют на энергетику, или повлияют наиболее радикальным образом. Сценарий BAUlost соответствует наиболее оптимистичному развитию событий, а сценарий BAUpow пессимистичному. Основные отличия для этих сценариев приведены ниже (*таблица 2*). Важно отметить, что в результатах не учтено повышение издержек от добычи трудноизвлекаемых ресурсов, и сокращение запасов нефти и газа из-за ограничений на импорт технологий добычи.

Таблица 2. Предпосылки сценариев BAUlost и BAUnow

Параметр	BAUlost	BAUnow
Ставка дисконтирования	6%	15%
Стоимость ВИЭ	Международные цены	+25% к международной цене
Экспорт ископаемого топлива	Плавное снижение экспорта угля к 2050 году до 0, экспорта нефти на 50%, и природного газа на постоянном уровне	Снижение до 0 к 2035 году
Драйверы спроса	Как в сценарии министерства экономического развития	Меньше на 10% в 2022, с плавным восстановлением к 2038 году
Новые технологии	Доступны НДТ	Набор доступных технологий сильно ограничен

Источник: составлено авторами

Для построения сценария развития энергетики, была использована модель репрезентативной энергетической системы RUTIMES. Модель RUTIMES решает задачу центрального планировщика по удовлетворению экзогенно заданного конечного спроса, с учетом месторождений и других источников энергии и материалов, имеющихся технологий, существующих и возможных технологических опций. При некоторых условиях задача центрального планировщика эквивалентна задаче на рынке совершенной конкуренции. Модель калибруется в начальном периоде, и строит сценарии с 2012 по 2050 год. Модель содержит 8 регионов: Северо-Западный, Центральный, Южный (содержит Южный, и Северо-Кавказский федеральный округ), Приволжский, Уральский, Тюменский (Тюменская область, вместе с двумя автономными округами: Ханты-Мансийский автономный округ и Ямало-Ненецкий автономный округ), Сибирский и Дальне-Восточный. Модель энергетики России RUTIMES, была не раз апробирована в различных исследованиях, в том числе в [9] [10].

Существенной модификаций, является учет КИУМ, и дополнительных затрат на балансировку для построения сетей и сохранения энергии, от солнечных и ветровых электростанций, из мультирегиональной часовой модели RUHOUR,

описанной в разделе 2. Другой модификацией является учет программы Министерства Экономического Развития¹⁷.

Также ниже (таблица 3) показаны предпосылки для модели RUTIMES, взятые из результатов модели RUHOUR. Согласно полученным результатам, потенциал генерации СЭС и ВЭС значительно выше, чем уровень текущей генерации. Единственное важное исключение — это Северо-Западный федеральный округ.

Таблица 3. Предпосылки для модели RUTIMES, взятые из результатов модели RUHOUR

Регион	Технология	Мощности для удовлетворения конечного спроса, ГВт	Максимальные мощности, ГВт	Выпуск, ТВтЧ	КИУМ, %
Центр	СЭС	1	134.6	2	23.2
	ВЭС	25.8	304.6	109.3	48.3
Дальний Восток	СЭС	2.7	201.6	6.2	26
	ВЭС	13.5	130	52.2	44.2
Северо-Запад	ВЭС	43.8	51.4	188.3	49
Сибирь	СЭС	3.6	109.9	7.4	23.4
	ВЭС	31.2	845.5	125.4	45.9
Юг	СЭС	6.5	176.7	14.5	25.4
	ВЭС	13.5	229.9	54	45.7
Тюмень	ВЭС	27.8	590.8	123.4	50.7
Урал	ВЭС	8.2	335.9	37.9	52.6
Волга	СЭС	2.5	289.4	5.2	23.8
	ВЭС	36.3	468.8	154.2	48.6

Источник: составлено на основе расчетов авторов

Экспорт в сценарии ВАUpow сократился с 28 ЭДж в 2019 году, до нуля к 2037 году. В сравнении с этим, в сценарии ВАUlost экспорт сократился только на 12.6 ЭДж, за счет полного сокращения наиболее углеродоемкого и низко маржинального угля, и сокращения вдвое высоко маржинальной нефти (рисунок 4).

¹⁷ Министерства Экономического Развития Российской Федерации. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года.

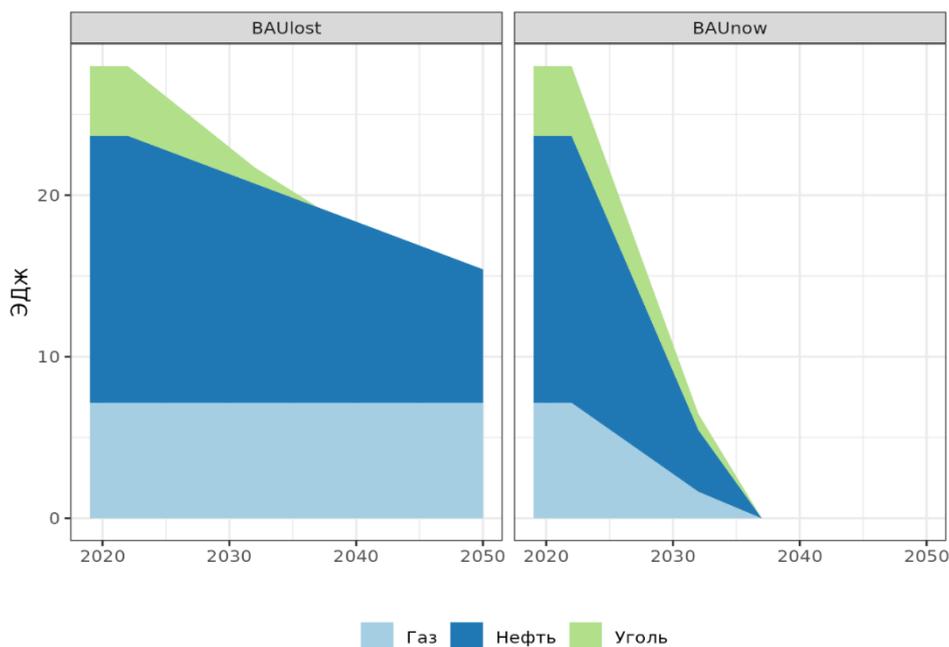


Рисунок 4. Экспорт ископаемого топлива в сценариях BAUlost и BAUnow.

Источник: составлено на основе расчетов авторов

В сценарии BAUlost эмиссия немного растет в начальный период, за счет оптимистичных драйверов спроса. Однако доступность новых технологий, включая солнечные и ветровые электростанции, развития автомобильного транспорта и прочего, в итоге приводит к сокращению выбросов. Отметим, что этот сценарий не предусматривает проведение активной экономической политики.

Значительные изменения в условиях торговли, доступности капитала и новых технологий, вообще говоря, приводят к противоречивым эффектам в сценарии BAUnow по сравнению со сценарием BAUlost. Так, удорожание капитала (повышение ставки), должно привести к повышению инвестиций к внедрению менее капиталоемких технологии, которые обычно обладают меньшим КПД, и большей углеродоемкостью. Схожий эффект оказывает отсутствие доступа к новым технологиям. Однако, ускоренное сокращение экспорта ископаемого топлива, включая природный газ за счет большого уровня утечек метана, должно привести к сокращению выбросов парниковых газов в углеродном эквиваленте.

Сумма этих двух эффектов привела к росту выбросов на 457 Мт в углеродном эквиваленте (или на 21.9%) к 2050 году в сценарии BAUnow (или на 479 Мт в углеродном эквиваленте) (рисунок 5).

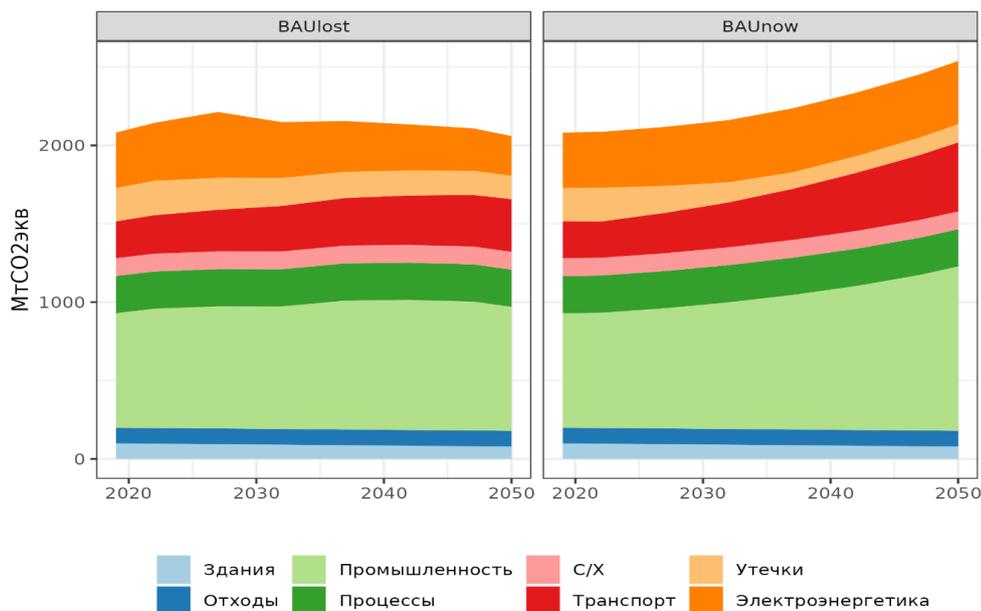


Рисунок 5. Эмиссия парниковых газов в сценарии BAUnow и BAUlost.

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Первичное потребление в сценарии BAUlost выросло на 7.7 ЭДж к 2050 году, по сравнению с 2019 годом, что вызвано в первую очередь экономическим ростом. В начальный период экономический рост и сокращение экспорта ископаемого топлива в сценарии BAUnow значительно меньше, чем в сценарии BAUlost, что, однако не позволяет полностью компенсировать технологическое отставание. Реализация сценария BAUnow привело к росту первичного потребления энергии на дополнительные 1.8 ЭДж (или на 4.7%) к 2050 году. При этом структура первичного потребления в сценарии BAUlost характеризуется большой долей неископаемых видов энергии: солнечной, ветровой, и геотермальной (*рисунок 6*)

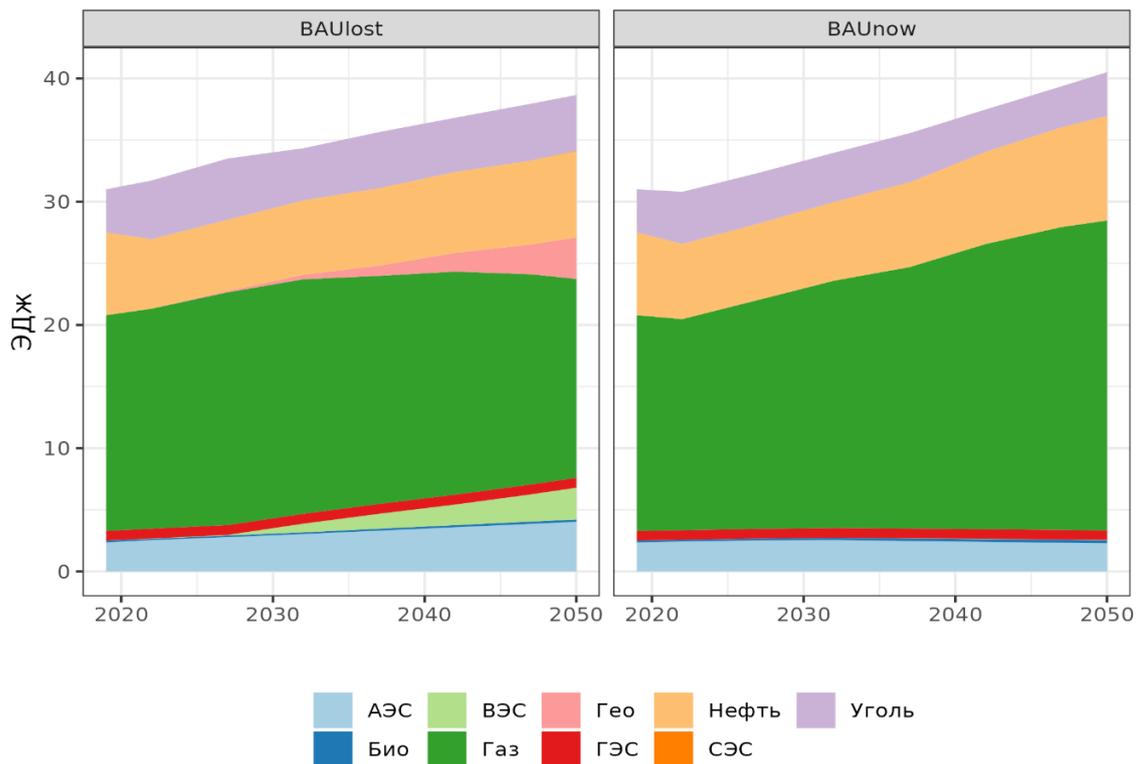


Рисунок 6. Первичное потребление электроэнергии.

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Соотношение в потреблении тепла и электроэнергии – главное различие в конечном потреблении между сценариями BAUnow и BAUlost. В сценарии BAUlost доступны ВИЭ, а также тепловые насосы, к тому же по более низкой цене, что приводит к сокращению потребления тепла, и электрификации. Котельные и ТЭЦ генерируют тепло относительно недалеко от потребителей, что приводит к вредным выбросам, и соответственно, дополнительной смертности населения. Современное оборудование, обычно потребляет больше электроэнергии, и меньше ископаемого топлива. Как следствие, более современное оборудование приводит к большей добавленной стоимости (*рисунок 7*).

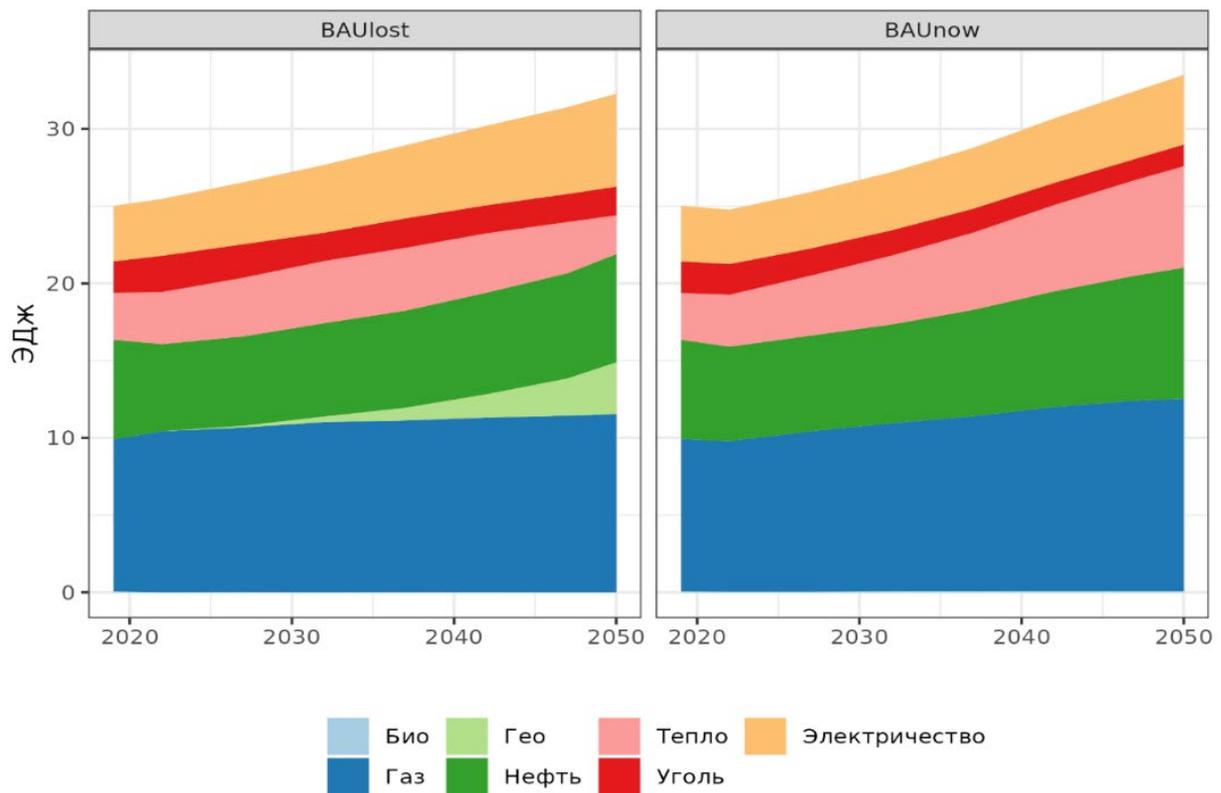


Рисунок 7. Конечное потребление энергии в различных сценариях.

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Основное отличие между сценариями — это стремительный рост генерации электроэнергии Ветровыми электростанциями, за счет сокращения генерации угольными и газовыми электростанциями в сценарии BAUlost, по сравнению со сценарием BAUnow. В структуре генерации, доля ВИЭ (солнечной и ветровой электроэнергетики), не так выражена в силу меньшего значения КИУМ для ВИЭ. Ниже представлена генерация электроэнергии в сценариях BAUlost и BAUnow (рисунок 8).

Описанные сценарии основаны на предпосылках, не все из которых возможно верифицировать, в том числе из-за уникальности сложившейся ситуации. Для проверки полученных результатов был проведен анализ чувствительности к наиболее чувствительным параметрам по цене инвестиционных издержек и стоимости углеводородов ($\sim e^{U(-0.5,0.5)}$) и ставки дисконтирования $U(-0.5,0.5)$. В зависимости от того, какими в итоге окажутся внешние условия для РФ, можно будет сделать вывод о траектории развития энергетики. Ниже (рисунок 9) анализ чувствительности выбросов CO₂ от сжигания ископаемого топлива в 2050 году, к ставке дисконтирования.

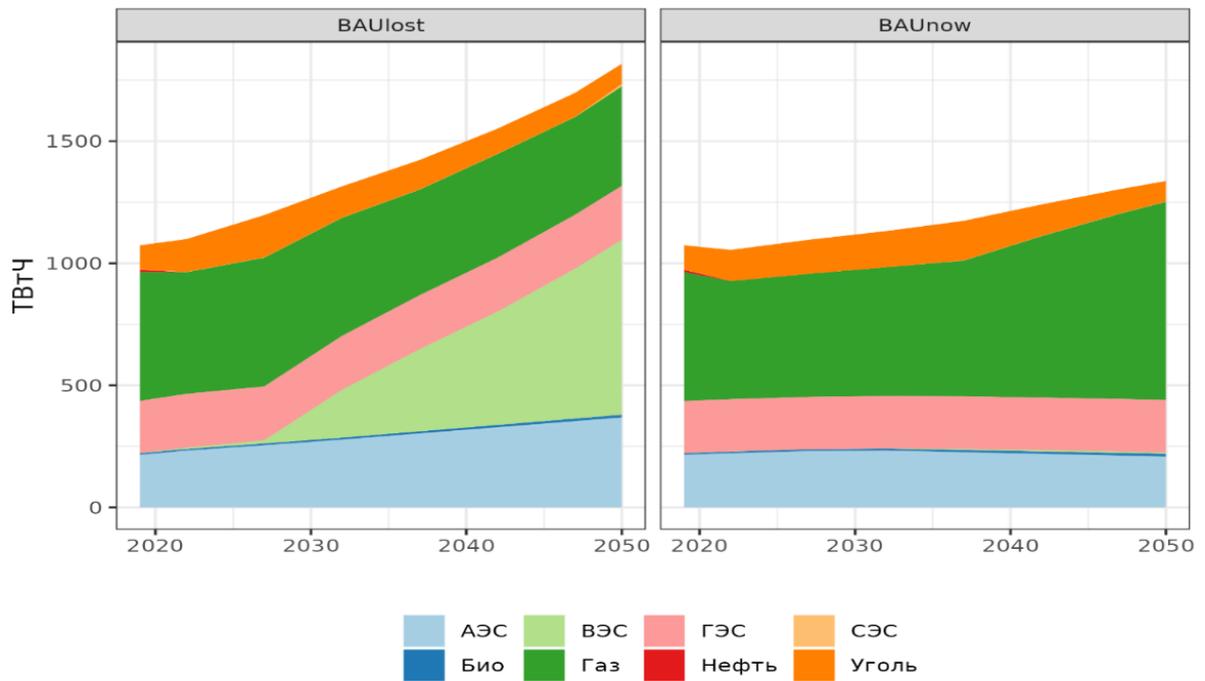


Рисунок 8. Генерации электроэнергии в различных сценариях.

Источник: составлено авторами на основе расчетов

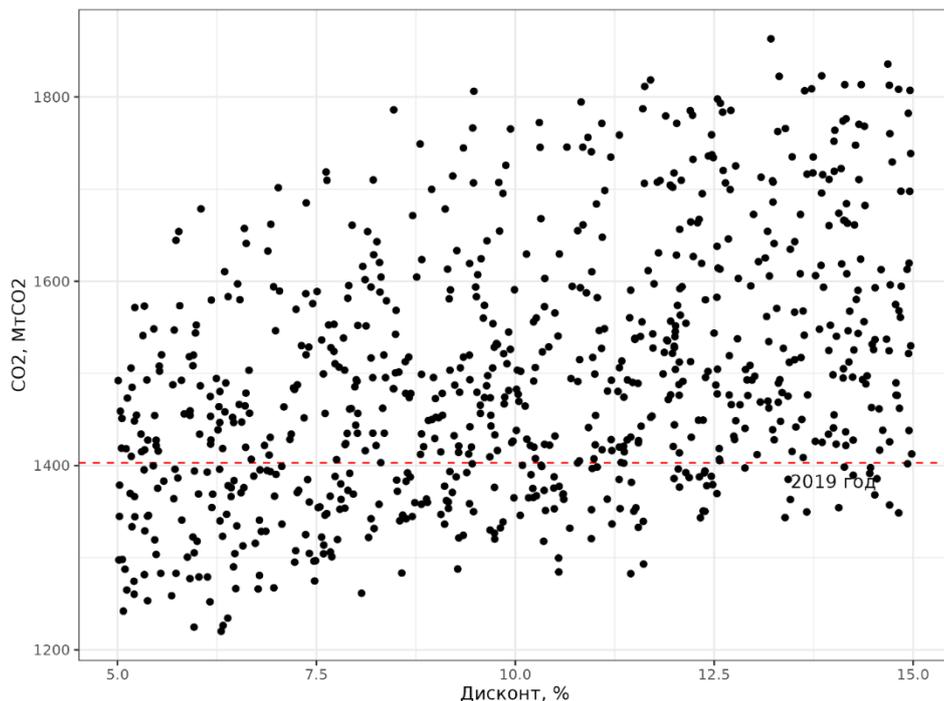


Рисунок 9. Зависимость выбросов CO₂ от сжигания ископаемого топлива в 2050 году, к ставке дисконтирования.

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Наблюдается положительная зависимость выбросов в 2050 году к ставке дисконтирования. Зависимость является очевидной для специалистов: чем выше

ставка дисконтирования, тем предпочтительней использовать менее капиталоемкие источники энергии и менее капиталоемкое оборудование, которое часто имеет меньшую энергоэффективность. Это в особенности относится к солнечным панелям и ветровым станциям. Однако важно, насколько ставка дисконтирования преобладает над другими факторами. Ставка дисконтирования определяется не только макроэкономическими параметрами, но и рисками в экономике. Иными словами, для снижения стоимости декарбонизации необходимо улучшить инвестиционный климат.

3. Влияние новых вызовов энергетики на возможности проведения активной климатической политики

В данном разделе, по аналогии с предыдущим, проанализированы два сценария декарбонизации экономики России с помощью введения налогов на выбросы. В рамках моделирования налог вводился с 2023 года в размере 10 \$/т в углеродном эквиваленте до 100 \$/т в углеродном эквиваленте в 2050 году. Демонстрируется, как новые условия отразятся на возможности сократить выбросы в Российской Федерации.

В обоих сценариях наблюдается сокращение выбросов парниковых газов по сравнению со сценариями без налогов. Однако, в сценарии BAUlost введение углеродного налога привело к сокращению выбросов на дополнительные 500 Мт в углеродном эквиваленте, по сравнению с 160 Мт в углеродном эквиваленте (*рисунок 10*). Дополнительное сокращение достигнуто в первую очередь за счет промышленности и электроэнергетики. Важный вывод, который можно сделать на основе таких результатов: успешное выполнение задачи по сокращению выбросов парниковых газов, требует доступ к современным технологиям.

Динамика первичного потребления энергии представлена ниже (*рисунок 11*). Отличительной особенностью сценария BAUlostTax по сравнению со сценарием BAUlowTax является учет возможности генерации энергии при помощи природного газом с использованием технологии CCS. В обоих сценариях наблюдается практически полное исчезновение сжигания угля и рост природного газа.

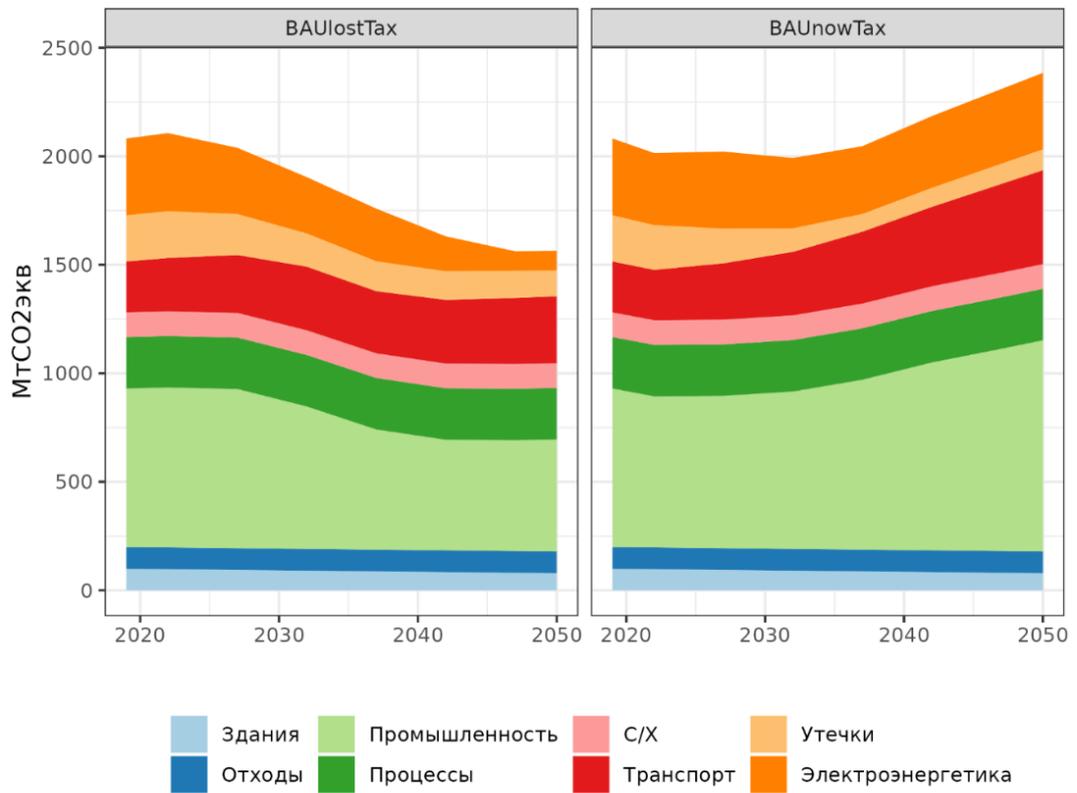


Рисунок 10. Эмиссия парниковых газов

Источник: составлено авторами на основе расчетов

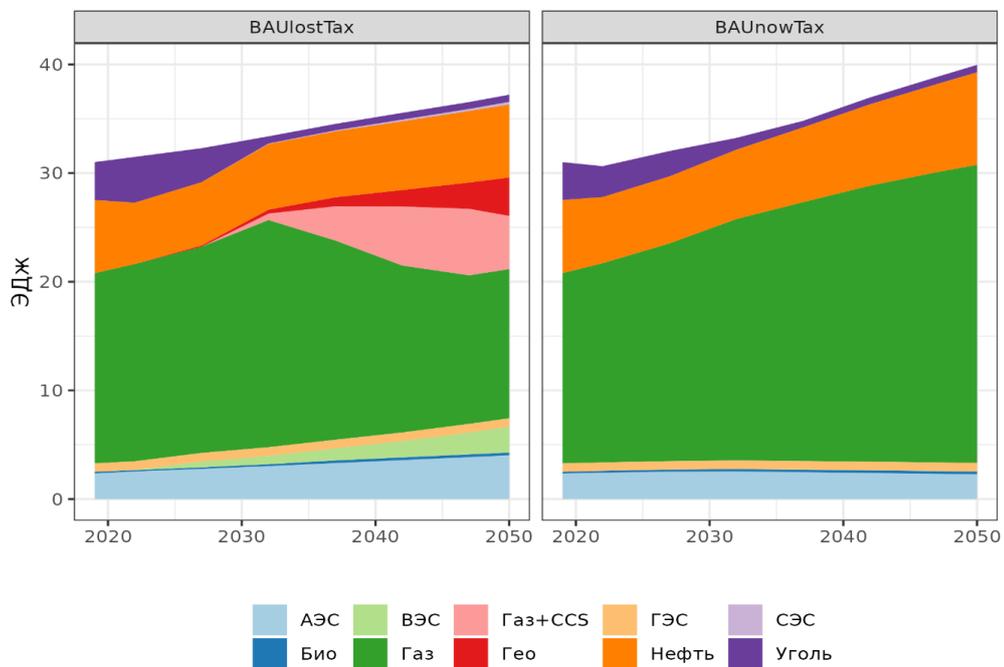


Рисунок 11. Динамика первичного потребления энергии

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Наконец, генерация электроэнергии в сценариях с введением налогов на выбросы парниковых газов представлена ниже (рисунок 12). Отличительной чертой генерации является ускоренное развитие ВИЭ, и появление генерации энергии за счет природного газа с использованием технологии CCS. В сценарии BAUnowTax, появление дополнительного ВИЭ, даже при таком высоком налоге не является целесообразным.

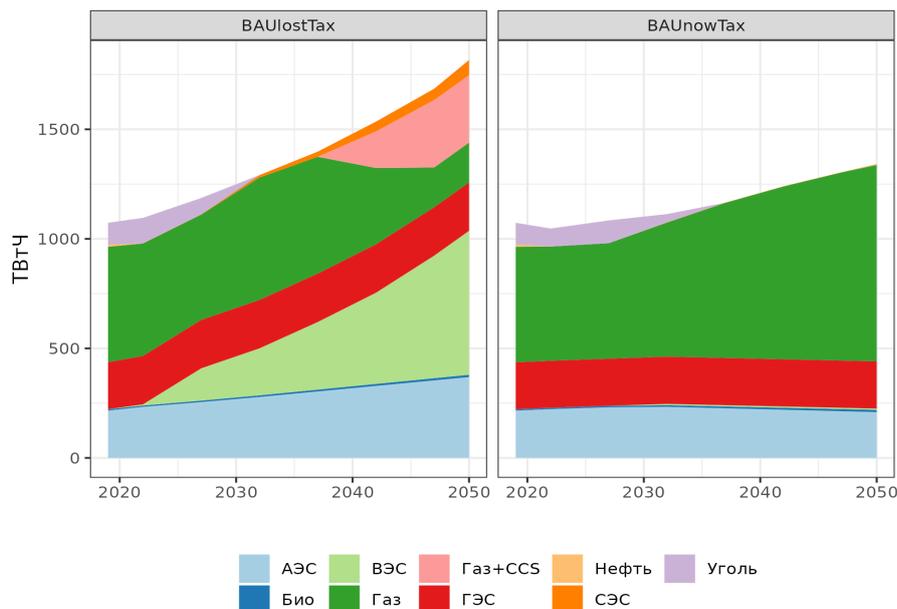


Рисунок 12. Генерация электроэнергии в условиях введения налогов на эмиссию.

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Для проверки полученных результатов был проведен анализ чувствительности к наиболее чувствительным параметрам по цене инвестиционных издержек и стоимости углеводородов ($\sim e^{U(-0.5, 0.5)}$) и ставки дисконтирования $U(-0.5, 0.5)$. Ниже (рисунок 13) показан результат анализа чувствительности выбросов углекислого газа от сжигания ископаемого топлива к ставке дисконтирования при различных уровнях налога на углекислый газ.

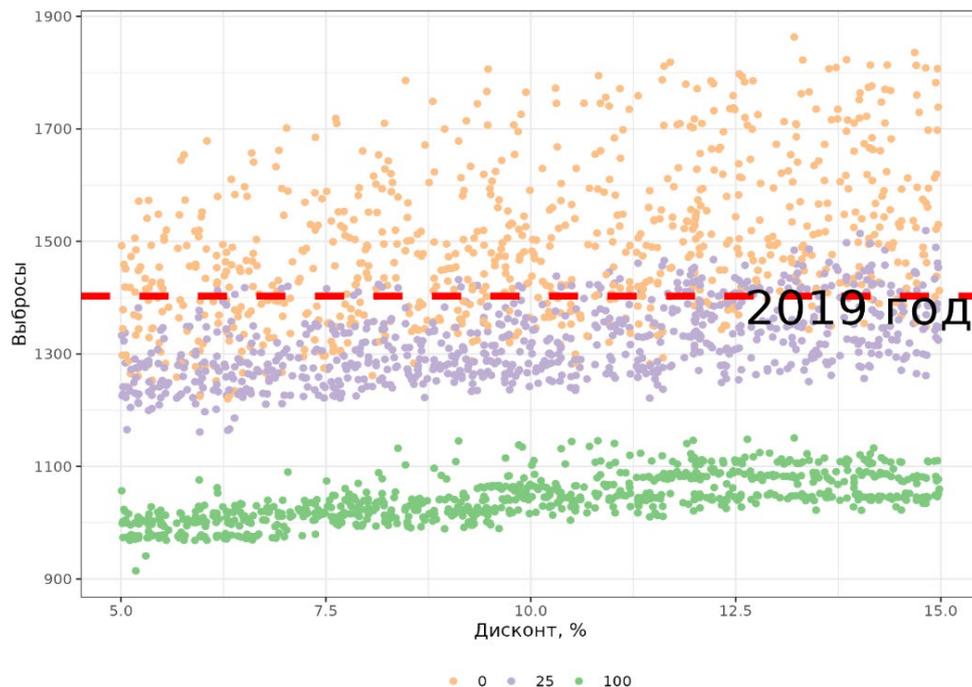


Рисунок 13. Анализ чувствительности выбросов углекислого газа от сжигания ископаемого топлива к ставке дисконтирования при различных уровнях налога

Источник: составлено авторами на основе расчетов

Чем выше налоги, тем меньше уровень выбросов, что ожидаемо. Однако для нас важнее, что чем выше уровень налогов, тем меньше дисперсия выбросов. Снижение неопределённости критически важно в первую очередь для инвесторов. То есть, введение налогов на выбросы может привлечь дополнительные инвестиции из-за снижения неопределённости для инвесторов. Рассмотрим, как этот механизм может работать на примере электроэнергетики. Если налогов нет, то в зависимости от сложившихся цен и макроэкономической ситуации инвестиции в ВИЭ могут быть выгодней, чем в природный газ или наоборот. В этом случае инвестору лучше выжидать, пока ситуация не станет яснее. При введении налога на выбросы и последовательной климатической политики, неопределённость для инвесторов снижается, за счет меньшей привлекательности мощностей на ископаемом топливе, и большей экономической эффективности ВИЭ.

Заключение

Анализ влияния значительных изменений условий функционирования сектора энергетики является крайне актуальной задачей, полный эффект которых только предстоит проанализировать в будущем на основе реальных данных. К основным выводам, которые можно сделать уже сейчас, можно отнести: Изменения этого года в существенной мере повлияют на развитие энергетики России, и в основном негативным образом. Они приведут к увеличению выбросов парниковых газов и росту сопутствующих вредных веществ, что вследствие неминуемо приведет к дополнительной смертности. В новых условиях экономика становится менее чувствительной к проводимой активной климатической политике, из-за ограничений на технологии и заимствование капитала.

Страны ЕС28 стремятся снизить зависимость от поставок газа из России. Для РФ поставки газа в ЕС — это источник ренты и политического давления. Страны ЕС существенно зависят от поставок природного газа из России, а возможности отказа от полных поставок в краткосрочной перспективе ограничены. Сокращение внутреннего спроса ЕС ограничено из-за инертности, присущей энергетике, и зависит от вероятности нарастить ввод ВИЭ, политических возможностей отложить отключения АЭС и способности правительств исполнять заявленные меры энергоэффективности. Даже довольно радикальные меры по сокращению потребления природного газа в ЕС не позволяют полностью отказаться от импорта природного газа из России в ближайшее время.

Наращивание импорта СПГ является альтернативой, которая может позволить ЕС отказаться от импорта природного газа из России в ближайшие годы. Это может быть сделано за счет перенаправления поставок из других стран в ЕС. В случае реализации планов ЕС, России будет необходимо искать другие рынки сбыта природного газа. Сделать это будет весьма проблематично из-за удаленности потенциальных покупателей от существующей инфраструктуры ГТС и недостатка станций сжижения природного газа. Построить новые станции для России будет также проблематично из-за недостатка технологического развития.

Благодарности

Материал подготовлен в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. BP. Statistical Review of World Energy 2022, <http://www.bp.com/statisticalreview>. 2022.
2. Eurostat. Energy balance sheets. 2021.
3. World Bank. World Development Indicators. 2022.
4. J. Palmer, N. Terry, P. Pope. How much energy could be saved by making small changes to everyday household behaviours?, London, 2012.
5. Council of the EU. Member states commit to reducing gas demand by 15% next winter, Press release 26 July 2022 12:15 2022. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/07/26/member-states-commit-to-reducing-gas-demand-by-15-next-winter/> (дата обращения: 05.08.2022).
6. European Commission. Joint EU-Norway statement on strengthening energy cooperation, STATEMENT/22/3975 2022. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/statement_22_3975/STATEMENT_22_3975_EN.pdf (дата обращения: 05.08.2022).
7. TANAP. The Southern Gas Corridor [Электронный ресурс] [2022]. URL: <https://www.tanap.com/en/southern-gas-corridor> (дата обращения: 05.08.2022).
8. GIIGNL. The LNG industry, GIIGNL Annual Report 2022 Edition - 3, 2022.
9. Golub, A., Lugovoy, O., Potashnikov, V. Quantifying barriers to decarbonization of the Russian economy: real options analysis of investment risks in low-carbon technologies // Climate Policy, 19(6), pp. 716–724, doi:10.1080/14693062.2019.1570064 2019.
10. Potashnikov, V., Golub, A., Brody, M., Lugovoy, O. Decarbonizing Russia: Leapfrogging from Fossil Fuel to Hydrogen // Energies, 2022, 15(3), 683, doi:10.3390/en15030683.

**В СЕРИИ ПРЕПРИНТОВ
РАНХиГС РАССМАТРИВАЮТСЯ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К СОЗДАНИЮ, АКТИВНОМУ
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ИННОВАЦИЙ В РАЗЛИЧНЫХ
СФЕРАХ ЭКОНОМИКИ
КАК КЛЮЧЕВОГО УСЛОВИЯ
ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**



РАНХиГС

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ