
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЫНКА КОМПРИМИРОВАННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Попова Анна Генариевна, вед. специалист

ООО «Газпром газомоторное топливо», Петроградская наб., д. 20, литера А,
Санкт-Петербург, Россия; e-mail: popova_anna97@mail.ru

Предмет: пути развития регионального рынка компримированного природного газа Центрально-Черноземного экономического района в условиях необходимости частичного восстановления (Белгородская, Курская области) и развития (Воронежская, Липецкая, Тамбовская области) заправочной инфраструктуры компримированным природным газом как условия демократизации и снижения региональной неоднородности рынка компримированного газа. *Цель:* научное обоснование частичного восстановления и расширения заправочной и сервисной сети газомоторного топлива для автомобильного транспорта в Центрально-Черноземном экономическом районе. *Дизайн исследования:* результаты получены с использованием исторического, библиометрического, статистического методов научных изысканий. Исходные данные собраны из открытых источников ПАО «Газпром», Федеральной службы государственной статистики, текущей автотранспортной базы ГИБДД России. Рейтинговые оценки успешности функционирования рынка компримированного природного газа для административных областей Центрально-Черноземного экономического района установлены с помощью известного метода анализа иерархии, позволяющего выбирать альтернативы при решении многокритериальных экономических и управленческих задач. *Результат:* рекомендации по оптимизации сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций для автотранспорта Воронежской, Тамбовской, Липецкой административных областей и восстановления заправочной инфраструктуры для автомашин, работающих на КПП, в Белгородской и Липецкой областях. В сложившейся политико-экономической ситуации полученные результаты не только сохраняют свое прямое предназначение перспективного обоснования развития автозаправочной

сети сжиженным газом, но и определяют масштабы восстановительных работ применительно к Белгородской и Курской областям. Автор надеется, что проведенные исследования будут полезны для дальнейшего развития рынка сжиженного газа как моторного топлива в Центрально-Черноземном экономическом районе.

Ключевые слова: газомоторное топливо, сжиженный природный газ, метан, экология, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, газобаллонное оборудование.

DOI: 10.17308/meps/2078-9017/2024/11/37-57

Введение

Российская Федерация обладает одной третью мировых запасов газообразных углеводородов. Природный газ добывают с небольших глубин, поэтому его достоинствами являются дешевизна и техническая доступность. Успешно реализуется программа газификации малых городов и поселков, сельскохозяйственных предприятий и т.п. Достигнут масштабный результат: по данным, опубликованным А.В. Новаком, к 2022 г. суммарная протяженность российских газопроводов превысила длину экватора, а малотоннажным сжиженным и сжиженным природным газом все больше обеспечиваются удаленные от магистральных газопроводов регионы страны [14].

Говоря о мировой истории развития рынка газового топлива для автомобильного транспорта, можно отметить, что она представляет широкую панораму успешных практик. Так, примеры эффективных управленческих решений по использованию КПГ как автомобильного топлива нетрудно найти во многих странах, в том числе Китае (рассмотрены в публикации Hongxia Wang с соавторами [23]), в Нигерии (рассмотрены в публикации Ohilebo Ogunlowo [24]). В поле зрения вопросы синхронизации использования различных видов автотоплива; в этом плане интересный обзор представлен группой исследователей из Кувейта под руководством Omar Fakhreddine [25]. Более подробно мировой опыт развития рынка КПГ автором рассмотрен в работе [16].

Отечественная история создания автомобилей на газовом топливе начинается отсчет с 30-х годов прошлого столетия. После выхода Постановления Совнаркома о газификации транспорта к концу 30-х годов были сконструированы первые модели и выпущены небольшие партии автомобилей ЗиС-30 и ГАЗ-44 с газобаллонным оборудованием (ГБО). Однако с началом войны эти работы прекратились. В послевоенном периоде предпринимались отдельные попытки производства машин с ГБО, но значимого масштаба их производство не достигло [10].

В последние десятилетия возможность использования природного газа в качестве автомобильного топлива вновь привлекла к себе внимание в значительной степени благодаря поддержке государства [1, 3, 20]. Сейчас

в стране идет большая работа по переводу автотранспорта на сжатый природный газ (СПГ): расширяется сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), сервисных центров технического переоборудования транспортных средств (ТС) на ГБО, развивается производство отечественных автомобилей на газовом топливе. Вместе с тем эффективность массового перевода автомобильного транспорта на новые виды горючего (прежде всего СПГ) пока недостаточна. Это обстоятельство требует анализа, объяснения и обоснования предложений по стимулированию рынка СПГ прежде всего в регионах с масштабным индустриальным и сельскохозяйственным производством.

Также надо отметить, что целесообразность перевода автотранспорта на сжатый газ, как правило, признается большинством ученых и производителей, но при этом наряду с явными преимуществами отмечаются и проблемы перехода на этот вид автотоплива. С.Е. Кондратенко отмечает, что одним из основных преимуществ для России использования сжатого газа является дешевизна сырья в виде практически необработанного природного газа [11]. В.Ю. Хатьков считает, что развитие рынка сжатого газа в значительной мере зависит от масштаба государственной поддержки не только применительно к общественному сектору автотранспорта, но и личному автотранспорту населения [21]. А.Е. Тавдишвили отмечает целый ряд этого вида моторного топлива для автомобилей, при этом достоинств СПГ (демократичность цен, доступность переоборудования автомобилей, пригодность топлива для заправки автобусного парка и др.), но при этом подчеркивает крайне слабую разработку экономических и институциональных механизмов развития рынка СПГ в России [20]. Наиболее острыми являются проблемы неравномерности развития сети заправок сжатым газом. Объективной причиной невысокой его популярности в северных областях страны является образование гидратов на узлах газораздаточных колонн заправочных станций [9]. Состояние дорог имеет прямое отношение к развитию сети АГНКС, поэтому исследования, проведенные А.А. Гуськовым с соавторами [5], И.В. Енютинной [8], Р.М. Логиновой [12], имеют непосредственное отношение к теме исследования. Учет ранее полученных результатов по анализу состояния проблемы развития сети газомоторного топлива в России позволят повысить обоснованность предлагаемых подходов к достижению целевой установки изложенных в настоящей статье вопросов.

Цель работы – обоснование перспектив развития (с частичным восстановлением после нанесенных военными действиями ущербов) заправочной инфраструктуры сжатого природного газа как условия демократизации и снижения региональной неоднородности рынка сжатого газа, расширения клиентской базы, роста потребительского спроса на данный вид газомоторного топлива в Центрально-Черноземном экономическом районе. Цель достигается последовательным решением следующих задач:

1) анализ социально-экономических условий перехода с традиционного на новые экономически выгодные и экологически чистые виды газомоторного топлива (ГМТ);

2) обоснование наиболее значимых факторов расширения сети АГНКС в ЦЧЭР;

3) аргументация предложений и оптимизаций пространственного размещения АГНКС с учетом возможностей одновременного внедрения на автотранспорте других альтернативных видов горючего (сжиженный природный газ, водород, электричество).

В основу работы положены опубликованные (по состоянию на 01.01.24) в научных, справочных, регламентирующих материалах сведения о развитии сети АГНКС, газопроводной распределительной сети, автомобильных дорог и т.д., также открытые статистические данные ПАО «Газпром», Росстата, официальной базы ГИБДД России.

Методы и результаты исследования

В работе использованы общенаучные методические подходы к анализу информации: сравнительный, исторический, статистический, аналитический. Так, для характеристики современного состояния рынка КПП в административных областях, входящих в состав ЦЧЭР, привлечен метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати [18].

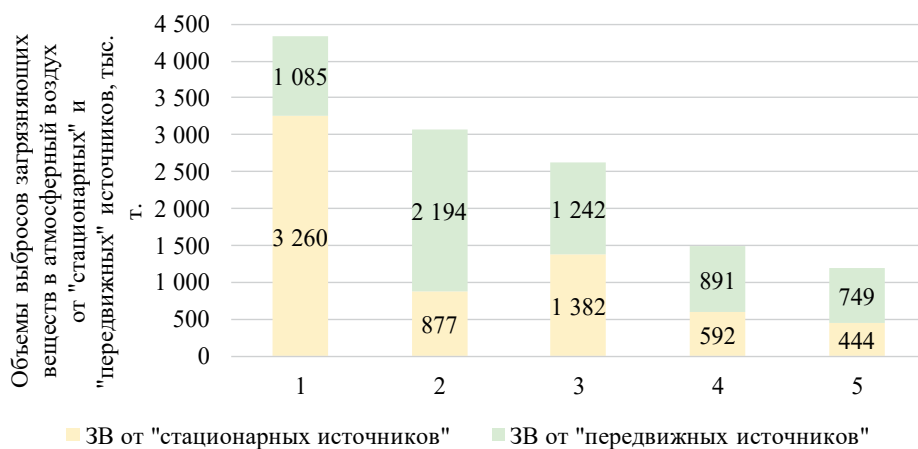
МАИ в теоретическом отношении базируется на трех методологических принципах: декомпозиции, сравнении суждений и синтезе приоритетов. Важно, что факторы (критерии) могут иметь количественные и качественные характеристики. Также они могут отражать мнение как одного, так и группы экспертов.

Применительно к поставленной цели МАИ реализуется следующим порядком действий.

1. Формулировка цели: в данной работе ею является установление рейтинговых отличий административных областей ЦЧЭР по эффективности развития сети АГНКС.

2. Определение объектов сравнения: в данном случае таковыми являются 5 административных областей, относящихся к ЦЧЭР (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская). Анализ неравномерности инновационного развития [15] этих административных образований (по отношению к переходу на новый экономически выгодный и экологически чистый тип автотоплива) имеет важное научно-практическое значение.

3. Выделение наиболее значимых факторов (критериев) сравнения. К таковым относятся: (i) плотность размещения АГНКС; (ii) цена КПП в регионе; (iii) уровень государственной поддержки; (iv) показатель загрязнения атмосферы, за который в данном случае принимается объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу «от передвижных источников» (рис. 1); (v) доля переведенных ТС на КПП.



Условные обозначения: 1 – Липецкая область; 2 – Воронежская область; 3 – Белгородская область; 4 – Тамбовская область; 5 – Курская область.

Рис. 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ (тыс. т) от «стационарных»¹ и «передвижных»² источников по ЦЧЭР с 2012 по 2021³ [19]

4. Парное сравнение критериев с выявлением их относительной важности: оценка производится по шкале относительной важности, которая продумана Т. Саати с учетом привычной для человека пятибалльной градации (табл. 1), и промежуточных весов факторов [18, 22]. На этой основе высчитывается локальный вектор важности критериев (табл. 1).

Таблица 1

Шкала относительной (парной) важности факторов, по которым выносится решение о приоритетах исследуемых объектов [18]

Степень превосходства (важности) парно сравниваемых факторов (у.е.)								
Равная		Умеренное		Существенное		Значительное		Полное
1	2	3	4	5	6	7	8	9

5. Парное сравнение объектов исследования по каждому фактору: эта процедура позволяет оценить относительную важность каждого фактора в два этапа: (а) сначала осуществляется парное сравнение объектов исследования (в нашем случае административных областей, входящих в состав ЦЧЭР, что отражено в табл. 2) на основе шкалы предпочтений; (б) на основании парных сравнений вычисляют локальный вектор предпочте-

¹ «Стационарный» источник выбросов – это источник выброса, который не меняет своё местоположение в течение длительного периода времени [19];

² «Передвижной» источник выбросов – это транспортное средство, при работе двигателей которых выделяются в атмосферу загрязняющие вещества [19].

³ Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 г. URL: <https://2022.ecology-gosdoklad.ru/>.

ний, чтобы получить интегральную оценку различий в виде глобального приоритета рассмотренных объектов (табл. 6).

Математический аппарат реализации метода Т. Саати в данной статье не приводится; он подробно описан в [18]. Практические приложения метода многочисленны, примером может служить работа [22].

Анализ социально-экономической обстановки развития региональной сети АГНКС в пределах Центрально-Черноземного экономического района (по состоянию на 01.01.23). Выбор ЦЧЭР как основного объекта исследования объясняется рядом причин. Во-первых, этот район имеет важное стратегическое значение для экономики России; во-вторых, входящие в его состав административные области характеризуются сходством направлений общественного производства, видов минерально-энергетических ресурсов, природно-климатических и экологических параметров среды жизнедеятельности населения, традиционных подходов к ведению личных хозяйств. Благодаря такой общности естественным образом формируются крупные региональные административно-территориальные образования, оптимальные для управления хозяйственной деятельностью и повышения качества жизни населения [2]. Поэтому оптимизация сети газонаполнительных заправок в ЦЧЭР может рассматриваться как полезный и для других экономических районов опыт совершенствования транспортной и логистической структуры крупномасштабных промышленно-аграрных агломераций.

В индустриальной структуре ЦЧЭР центральное место занимают горно-обогатительная, металлообрабатывающая, машиностроительная, приборостроительная отрасли промышленности. При этом аграрный комплекс ЦЧЭР – один из наиболее успешных в стране. По данным В.В. Груздева с соавторами, в районе обретает популярность этнографический и сельский туризм [4]. Все названные виды деятельности смогут повысить свою рентабельность и экологическую чистоту конечного продукта при переводе собственных автомобильных хозяйств на компримированный природный газ.

Район в силу своего географического положения является важным транспортным центром. Автомобильный транспорт наряду с железнодорожным несет на себе основную нагрузку по перемещению грузов; нагрузка на другие виды транспорта (речной и авиационный) носят подчиненный характер. А.А. Гуськов с соавторами приводят статистику по объему перевозок автомобильным транспортом грузов, которая говорит о том, что через области, входящие в состав ЦЧЭР, перевозится более 150 млн тонн грузов в год [5]. Поэтому развитие заправочной инфраструктуры будет иметь для рынка КПП значение, выходящее за границы Центрально-Черноземного экономического района.

Население ЦЧЭР составляет около 7 млн человек (2024 г.), его большая часть (от 61 до 69 %) проживает в городских агломерациях. Транспортная сеть обеспечивает пассажирские перевозки между областными центрами (Белгород, Воронеж, Курск, Липецк, Тамбов), средними и малыми городами.

Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием, по которым осуществляется основной объем перевозок в ЦЧЭР, стабильно растет. В Белгородской и Липецкой областях он выше, чем в среднем по России и Центральному федеральному округу [12]. Автомобильный грузопоток наиболее интенсивен в Белгородской и Воронежской областях (рис. 2).

На сегодня уже достигнуты определенные успехи в расширении газомоторной инфраструктуры. Дальнейшее увеличение числа заправок и сервисных центров по переводу и техобслуживанию автотранспорта на КПГ в значительной мере будет зависеть от развития автодорожного строительства и газораспределительной сети.

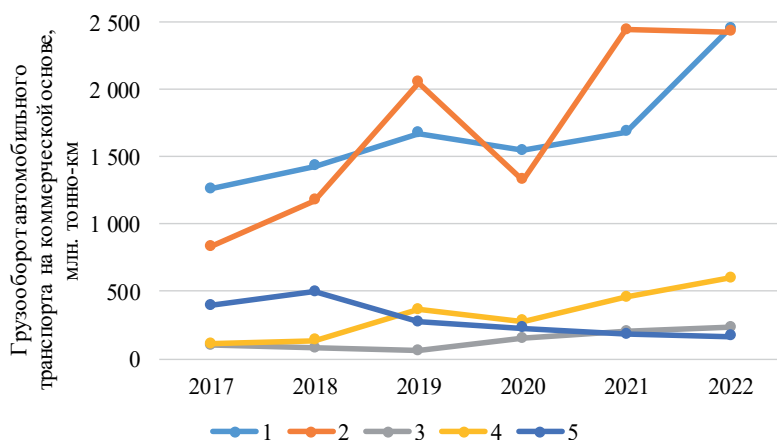


Рис. 2. Грузооборот (млн тонно-км) автомобильного транспорта на коммерческой основе⁴ (условные обозначения на рис. 1)

В настоящее время расположение АГНКС крайне неравномерно: Белгородская область имеет самую высокую плотность АГНКС не только в пределах ЦЧЭР, но и в среднем по Центральному федеральному округу и становится сопоставима с нижним среднеевропейским уровнем этого показателя для высокоразвитых стран (табл. 2).

Изложенные материалы достаточно ясно говорят о необходимости расширения рынка ГМТ и выравнивания в масштабе всего ЦЧЭР.

Современное состояние и перспективы развития рынка КПГ в пределах Центрально-Черноземного экономического района.

⁴ По данным ЕМИСС // Официальные статистические показатели. ЕМИСС. Доступно: <https://fedstat.ru/> (дата обращения: 26.04.2023).

Таблица 2

Сравнение плотности размещения АГНКС (ед./тыс. км²) в пределах ЦЧЭР России и ряда европейских стран⁵

Объекты сравнения	Площадь, км ²	Кол-во АГНКС	
		ед.	нормирование на площадь (ед./тыс. км ²)
Россия, в т.ч.:	17 125 191	871	0,051
Белгородская область	27 134	41	1,511
Воронежская область	52 216	29	0,555
Курская область	29 997	11	0,367
Липецкая область	24 047	9	0,374
Тамбовская область	34 462	3	0,087
Италия	302 073	1 557	5,154
Германия	357 592	693	1,938
Нидерланды	41 543	181	4,357
Австрия	83 879	94	1,121

Несмотря на отмеченные выше черты общности в каждой административной области, входящей в состав Центрально-Черноземного экономического района, сложился собственный уровень развития рынка АГНКС (табл. 3) и перевода автомобильного транспорта на альтернативное топливо. В ряде работ освещаются конкретные действия, благодаря которым достигнуты явные успехи в развитии газомоторного топлива в целом по Центрально-Черноземному району [12], и прежде всего в Белгородской области [7], определяются виды транспорта, наиболее предпочтительные для перевода на КПГ (применительно к Курской области) [8].

Таблица 3

Отдельные характеристики рынка компримированного природного газа как моторного автомобильного топлива в ЦЧЭР⁶

Объекты исследования	Факторы развития рынка КПГ				
	Плотность размещения АГНКС (ед./тыс. км ²)	Цена КПГ в регионе (за 1 м ³)	Уровень господдержки	Показатель загрязнения атмосферы	Доля переведенных ТС на КПГ (тыс. шт.)
Белгородская область	1,511	24,07	7,5	131,22	6,9
Воронежская область	0,555	23,91	5,5	153,54	6,0
Курская область	0,367	23,44	6,5	59,67	1,6
Липецкая область	0,374	24,44	6,3	217,23	2,3
Тамбовская область	0,087	24,71	2,8	74,12	4,5

⁵ По данным <https://multigo.ru/benzin/agnks> по состоянию на 01.01.2023.

⁶ Рейтинг регионов России по уровню развития рынка газомоторного топлива. По итогам 2021 г. М., Газпром, II издание. 188 с.

В таблице 4 сведены результаты выполненных оценок по удельному вкладу каждого критерия (в долях единиц) в общую факторную нагрузку развития рынка КПГ на рассматриваемой территории.

Таблица 4

Конкретные значения относительной (попарной) важности критериев, выбранных для характеристики функционирования рынка КПГ как автомобильного топлива (по состоянию на 01.01.23)

Критерии	Плотность размещения АГНКС	Цена КПГ в регионе (за 1 м ³)	Уровень господдержки	Степень загрязнения атмосферы	Доля переведённых ТС на КПГ	Локальные векторы приоритетов по критериям
Плотность размещения АГНКС	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	0,46
Цена КПГ в регионе (за 1 м ³)	0,33	1,00	0,33	5,00	3,00	0,17
Уровень господдержки	0,33	3,00	1,00	3,00	2,00	0,22
Степень загрязнения атмосферы	0,20	0,20	0,33	1,00	2,00	0,08
Доля переведённых ТС на КПГ	0,20	0,33	0,50	0,50	1,00	0,07
ИТОГО	2,06	7,53	5,16	14,50	13,00	1,00

Выполнена оценка различий в значимости каждого фактора по отношению к каждой административной области. О них можно судить по значениям локальных векторов приоритетов (табл. 5).

Таблица 5

Полученные значения относительной (попарной) важности количественных и качественных критериев определения рейтинга регионов ЦЧЭР по расширению сети КПГ как автомобильного топлива (по состоянию на 01.01.23)

Объекты исследования	Белгородская область	Воронежская область	Курская область	Липецкая область	Тамбовская область	Локальные векторы приоритетов по объектам исследования
Плотность размещения АГНКС (ед./тыс. км ²)						
Белгородская область	1,00	3,00	5,00	5,00	5,00	0,48
Воронежская область	0,33	1,00	3,00	3,00	5,00	0,25
Курская область	0,20	0,33	1,00	2,00	3,00	0,12
Липецкая область	0,20	0,33	0,50	1,00	3,00	0,09
Тамбовская область	0,20	0,20	0,33	0,33	1,00	0,05
ИТОГО	1,93	4,87	9,83	11,33	17,00	1,00
Цена КПГ в регионе (за 1 м ³)						

Окончание табл. 5

Объекты исследования	Белгородская область	Воронежская область	Курская область	Липецкая область	Тамбовская область	Локальные векторы приоритетов по объектам исследования
Белгородская область	1,00	0,33	0,33	3,00	3,00	0,16
Воронежская область	3,00	1,00	0,33	3,00	5,00	0,28
Курская область	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	0,39
Липецкая область	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	0,10
Тамбовская область	0,33	0,20	0,33	0,33	1,00	0,06
ИТОГО	7,67	4,87	2,33	10,33	15,00	1,00
Уровень господдержки						
Белгородская область	1,00	5,00	3,00	3,00	7,00	0,47
Воронежская область	0,20	1,00	0,33	0,33	3,00	0,09
Курская область	0,33	3,00	1,00	2,00	3,00	0,21
Липецкая область	0,33	3,00	0,50	1,00	5,00	0,18
Тамбовская область	0,14	0,33	0,33	0,20	1,00	0,05
ИТОГО	2,01	12,33	5,17	6,53	19,00	1,00
Показатель загрязнения атмосферы						
Белгородская область	1,00	3,00	5,00	5,00	7,00	0,49
Воронежская область	0,33	1,00	3,00	5,00	5,00	0,26
Курская область	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	0,14
Липецкая область	0,20	0,20	0,33	1,00	3,00	0,07
Тамбовская область	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	0,04
ИТОГО	1,88	4,73	9,53	14,33	21,00	1,00
Доля переведенных ТС на КПГ						
Белгородская область	1,00	2,00	0,33	3,00	0,33	0,16
Воронежская область	0,50	1,00	0,33	3,00	0,33	0,12
Курская область	3,00	3,00	1,00	3,00	2,00	0,37
Липецкая область	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,07
Тамбовская область	3,00	3,00	0,50	3,00	1,00	0,28
ИТОГО	7,83	9,33	2,50	13,00	4,00	1,00

По значениям глобального приоритета в соответствии с методикой МАИ устанавливается итоговая оценка рейтинга областей, входящих в состав ЦЧЭР, по расширению сети АГНКС⁷ (табл. 6).

Итак, наибольшие успехи в расширении сети АГНКС в пределах ЦЧЭР характерны для Белгородской области, что подтверждается независимыми оценками и объясняется весьма существенной господдержкой, целенаправленной работой управленческих и производственных структур, отвечающих за внедрение новых принципов энергообеспечения автотранспортного хозяйства, заинтересованным отношением к переоборудованию личного

⁷ Численность глобальных векторов приоритетов высчитывается как произведение локального приоритета каждого объекта и локального приоритета каждого критерия с последующим их суммированием.

транспорта со стороны населения⁸ [19, 21]. Важным условием успеха послужило решение об опережающем развитии заправочной инфраструктуры и только последующем массовом переводе автомобильного и грузового транспорта на КПГ. Этот управленческий подход стал ключевым для достижения поставленной цели исследования.

Таблица 6

Значения глобального вектора приоритетов как критерий успешности наращивания сети АГНКС (для административных областей, входящих в состав ЦЧЭР)

Объекты исследований	Локальные векторы приоритетов критериев					Глобальный приоритет
	0,46	0,17	0,22	0,08	0,07	
	Локальные векторы приоритетов объектов исследований					
	Плотность размещения АГНКС	Цена КПГ в регионе (за 1 м ³)	Уровень господдержки	Степень загрязнения атмосферы	Доля переведенных ТС на КПГ	
Белгородская область	0,48	0,16	0,47	0,16	0,49	0,400
Воронежская область	0,25	0,28	0,09	0,12	0,26	0,211
Курская область	0,12	0,39	0,21	0,37	0,14	0,209
Липецкая область	0,09	0,10	0,18	0,07	0,07	0,111
Тамбовская область	0,05	0,06	0,05	0,28	0,04	0,068
ИТОГО						1,0

Имея в виду результаты хода развития рынка КПГ в Белгородской области (в период до 01.01.23), можно сделать следующее предположение. В историческом контексте подтверждено, что на стартовых позициях внедрения газомоторного топлива в систему обеспечения горючим автотранспортных хозяйств основным преимуществом КПГ несомненно выступала его пониженная стоимость по сравнению с традиционными топливом [6, 11, 16]. Однако в современном мире интерес к КПГ имеет иную природу – повышается значение его экологических и противопожарных преимуществ по сравнению с другими альтернативными моторными топливами. Поэтому все больше экономически благополучных стран используют именно КПГ в качестве моторного топлива для общественного и личного транспорта. Об этом свидетельствует следующее: (1) для многих зарубежных стран (рис. 3а) и для Белгородской области (рис. 3б) выявлены схожие и стохастически

⁸ Рейтинг регионов России по уровню развития рынка газомоторного топлива. По итогам 2021 г. М, Газпром, II издание. 188 с.

значимые связи между численностью населения и количеством АГНКС, что говорит о сложном потребительском интересе среди населения вне зависимости от личных доходов; (б) количество автомобилей в Белгородской области строго зависимо от численности населения, что можно рассматривать как показатель высокой платежеспособности всех слоев населения (рис. 3в), но это нельзя сказать даже о Воронежской области (рис. 3г). Выводы автора подтверждаются открытыми статистическими данными⁹, говорящими о том, что по состоянию на 2022 и 2023 гг. уровень жизни населения в Белгородской области выше, чем во всех других административных областях, входящих в состав ЦЧЭР.

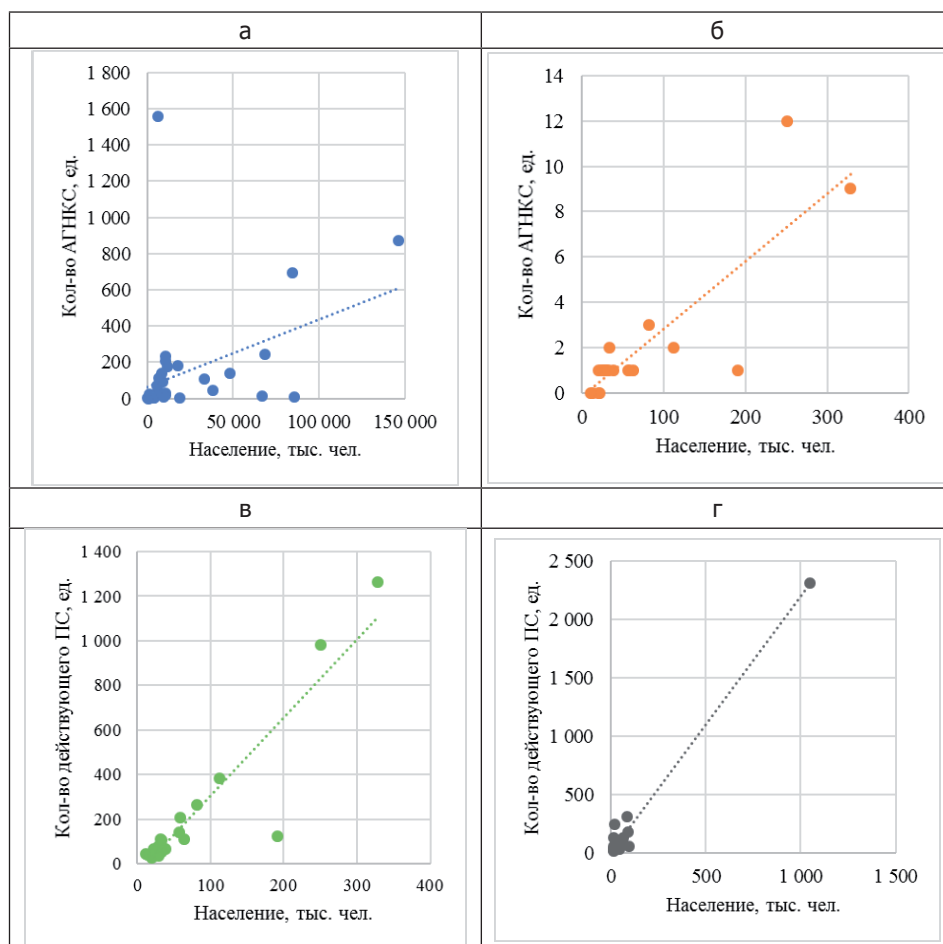


Рис. 3. Характер связи: (а) количества АГНКС (ед.) от населения (тыс. чел.) мировых стран; (б) количества АГНКС (ед.) от населения (тыс. чел.) Белгородской области; (в) количества действующего подвижного состава от населения (тыс. чел.) Белгородской области; (г) количества АГНКС (ед.) от населения (тыс. чел.) Воронежской области (использованы данные по состоянию на 01.01.23)

⁹ По данным информационного агентства, публикующего ежегодные отчеты о рейтинге российских регионов по материальному благополучию (09.10.2023. ABIREG.RU).

Ориентируясь на впервые выявленную зависимость количества АГНКС (совместно с ПАГЗ) от численности населения (рис. 3), возможно осуществить оптимальный прогноз необходимого количества АГНКС в Воронежской, Курской, Липецкой, Тамбовской областях. Такой расчет выполнен и представлен в табл. 7. Выбраны данные по существующим и рекомендуемым АГНКС на территории ЦЧЭР (в таблице представлены данные по первым 10-ти агломерациям по каждой административной области с наиболее высокими рейтинговыми оценками).

Таблица 7

Рекомендуемый объем АГНКС (совместно с ПАГЗ) для расширения сети в Воронежской, Липецкой, Тамбовской областях и восстановления сети в Курской области¹⁰

Административные области и их городские образования	Население, чел.	АГНКС и ПАГЗ		
		Действующие	Рекомендуемые	Всего
Воронежская область (развитие сети)				
г. Воронеж	1 046 425	9	0	9
Лискинский р-он	94 900	1	4	5
Новоусманский р-он	90 178	0	5	5
Россошанский р-он	86 909	1	4	5
Борисоглебск г.о.	67 264	1	2	3
Семилукский р-он	67 246	1	2	3
Острогожский р-он	54 115	1	2	3
Павловский р-он	49 339	2	1	3
Бобровский р-он	48 562	2	1	3
Калачеевский р-он	45 462	0	3	3
Курская область (восстановление сети)				
г. Курск и Курский р-н	492 149	9	0	9
г. Железногорск и Железногорский р-н	110 448	1	4	5
г. Курчатова и Курчатовский р-н	55 936	0	3	3
Рыльский р-н	28 895	0	2	2
г. Льгов и Львовский р-н	28 227	0	2	2
Обоянский р-н	27 326	0	2	2
Суджанский р-н	24 336	0	2	2
Октябрьский р-н	23 114	0	2	2
Золотухинский р-н	20 064	0	2	2
Глушковский р-н	19 098	0	1	1
Липецкая область (развитие сети)				
г. Липецк и Липецкий р-н	545 356	4	5	9
г. Елец и Елецкий р-н	124 229	0	5	5
Грязинский р-н	77 383	2	3	5
Усманский р-н	49 178	1	2	3
Лебедянский р-н	38 865	0	2	2
Задонский р-н	33 205	1	2	3

¹⁰ Для Белгородской области предполагается восстановление инфраструктуры до достигнутого уровня на 01.01.23.

Административные области и их городские образования	Население, чел.	АГНКС и ПАГЗ		
		Действующие	Рекомендуемые	Всего
Добринский р-н	32 283	0	2	2
Данковский р-н	31 514	0	2	2
Чаплыгинский р-н	29 850	1	1	2
Добровский р-н	26 993	0	2	2
Тамбовская область (развитие сетти)				
г. Тамбов и Тамбовский м.о.	362 869	2	5	7
г. Мичуринск и Мичуринский м.о.	119 956	0	5	5
г. Моршанск и Моршанский м.о.	69 132	1	4	5
г. Рассказово и Рассказовский м.о.	66 895	0	5	5
г. Кирсанов и Кирсановский м.о.	33 569	0	2	2
г. Уварово и Уваровский м.о.	32 156	0	2	2
Городской округ город Котовск	26 128	0	2	2
Жердевский м.о.	24 844	0	2	2
Сосновский м.о.	24 282	0	2	2
Первомайский м.о.	23 709	0	2	2
Староюрьевский м.о.	11 015	0	1	1
Мучкапский м.о.	10 669	0	1	1
Пичаевский м.о.	10 656	0	1	1

Средняя длина плеч заправок на автомобильных трассах составляет 150 км, что в целом обеспечивает автомобили запасом горючего для бесперебойного движения по территории ЦЧЭР и за его пределы.

Необходимо отметить, что дальнесрочные планы развития заправочной инфраструктуры сжатым газом автомобильного транспорта должны формироваться с учетом процесса внедрения сжиженного природного газа, а также перехода части транспорта на электропитание. Важная составляющая будущей структуры энергетического потенциала региона связана с водородной энергетикой. Причем кроме технически произведенного водорода, в Воронежской и Липецкой областях в скором времени будет возможным использование природного водорода недр Земли [13]. Целесообразность строительства водородных заправок была очевидна специалистам и ранее [17].

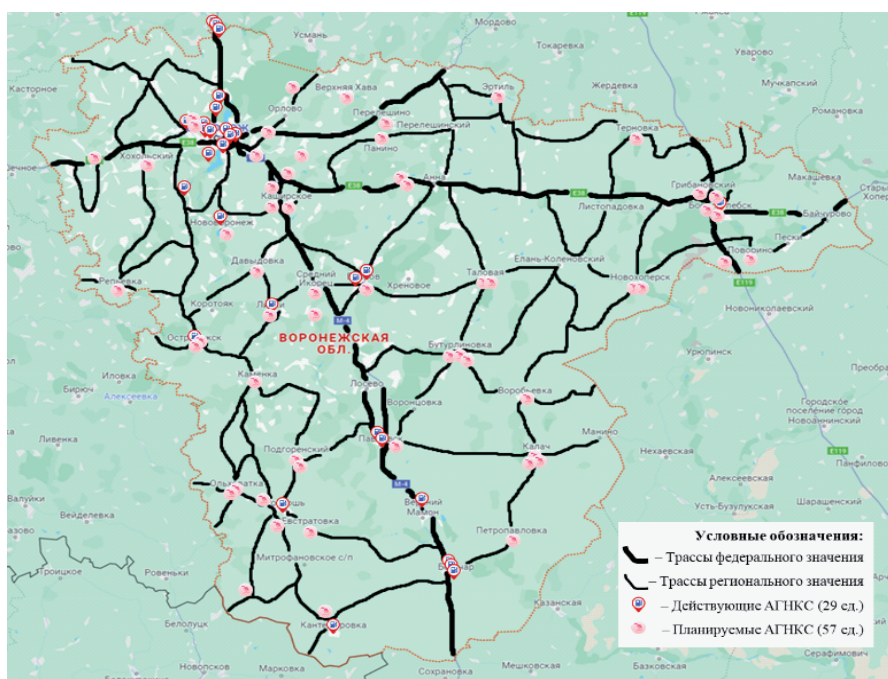


Рис. 5. Реальное и предлагаемое размещение АГНКС на территории Центрально-Черноземного района, обеспечивающее оптимальное размещение объектов газомоторной инфраструктуры

Заключение

1. Современные ориентиры на декарбонизацию энергоемких сфер производства материалов, товаров и услуг стимулируют переход от бензиновых к газовым видам автомобильных топлив. В связи с этим актуализируется всесторонняя поддержка региональных рынков компримированного газа.

2. В Центрально-Черноземный экономический район входят административные области с высоким индустриальным и аграрным потенциалом, имеющим важное значение для России в целом. Развитие рынка газомоторного топлива в этом регионе – естественный отклик на современный вызов экологизации всех отраслей его экономики, включая автомобильный транспорт. Учитывая географическое положение рассматриваемой территории, развитие заправочной инфраструктуры в нем будет иметь для рынка КПГ значение, выходящее за границы Центрально-Черноземного экономического района.

3. Большое разнообразие автотранспортных средств в районе, различия в протяженности маршрутов, видах и объемах перевозок ставят задачу оптимизации (достаточности, но не избыточности) сети автомобильных заправок газомоторным топливом, инфраструктура которой должна обеспечить не только доступную и удобную заправку транспортных средств, оснащенных ГБО, но и сервисное обслуживание, а в случае необходимости – и ремонт автомобилей.

4. В ЦЧЭР сформированы следующие вызовы для дальнейшего расширения рынка ГМТ: (1) обеспечение экологически чистым и экономически выгодным транспортом промышленного и аграрного секторов экономики, что повысит ценовые приоритеты конечной продукции; (2) существующая и планируемая сети магистральных и распределительных сетей газопроводов, обеспечивающие бесперебойным снабжением КПГ газозаправочных станций; (3) плотное население как потенциальный потребитель личного транспорта с ГБО.

5. Опыт Белгородской области по развитию рынка КПГ и переводу автотранспорта на газ (по состоянию на 01.01.23), несмотря на временную неблагоприятную обстановку, связанную с внешней военной агрессией, остается ориентиром для развития ГЗИ для соседних административных областей, входящих в состав ЦЧЭР. Тот факт, что по итогам 2023 г. Белгородская область уступала Воронежской по объемам реализации, не снижает значимости проделанной работы по развитию сети АГНКС. Более того, падение объемов реализации топлива на одну станцию, судя по мировому опыту (особенно опыту послевоенной Италии), является лишь временной реакцией на рост числа заправочных станций. Но именно это обстоятельство в дальнейшем станет причиной роста количества автотранспортных средств, работающих на компримированном газе.

6. Пространственное положение рекомендуемых объектов заправочной инфраструктуры определено с учетом реальной сети автомобильных трасс, магистральных и распределительных газопроводов.

7. Оптимизация региональной сети АГНКС должна осуществляться с учетом действующей системы обеспечения транспорта традиционным топливом на ископаемом углеороде, а также развития рынка СПГ и электро-транспорта. В ЦЧЭР необходимо учитывать возможность создания водородного кластера, что изменит структуру энергетического потенциала района в целом.

8. Предложенный методический подход учитывает наиболее важные факторы, влияющие на развитие рынка компримированного газа: (1) плотность размещения АГНКС, (2) цены на КПГ в регионе; (3) уровень господдержки, (4) степень загрязнения атмосферы, (5) долю переведенных транспортных средств на КПГ по отношению к общему объему транспортных единиц. Это позволяет считать полученные выводы достаточно надежными.

Список источников

1. Алексеев К.И., Новоселов Э.А., Закарчевский О.В., Захарченко Е.Н. Государственная поддержка перехода сельхозмашин на газомоторное топливо как одного из направлений повышения энергетической эффективности в процессах производства агропродовольственной продукции // *Экономика, труд,*

управление в сельском хозяйстве, 2019, по. 4 (49), с. 91-99.

2. Баринаова Е.В., Петрыкина И.Н. Направления актуализации стратегии пространственного развития Российской Федерации // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2023, по. 5 (161), с. 8-15.

3. Борис А.Ю., Грабильников Е.А., Гре-чишкина И.В. Снабжения предприятий муниципального автотранспорта газомоторным топливом на основе природного газа // *Международный научный журнал «Инновационное развитие»*, 2018, no. 6 (23), с. 34-39.
4. Груздева В.В., Ключева Ю.С., Терехов А.М. Модель диверсификации сельского хозяйства на основе сельского туризма // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2024, no. 2 (170), с. 30-41.
5. Гуськов А.А., Лавриков И.Н., Гавриков В.А. Развитие транспортно-логистических систем на территории Тамбовской области для улучшения экономического потенциала региона // *Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета*, 2021, no. 4 (74), с. 262-265.
6. Денисенко В.В. Применение КПГ на автотранспорте в Воронежской области // *Транспорт на альтернативном топливе*, 2008, no. 6 (6), с. 48-49.
7. Елаева Е.В. Совершенствование региональной политики по развитию транспортной инфраструктуры Белгородской области // *Сборник трудов 32-й международной научно-практической конференции*, 2020, с. 113-118.
8. Енютина И.В. О работе грузового автомобильного транспорта Курской области // *Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*, Пермь, 2023, с. 241-249.
9. Калачева Л.П., Федорова А.Ф. Проблемы использования сжиженного природного газа на газозаправочных станциях г. Якутска // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2015, no. 6 (ч. 3), с. 395-399.
10. Клементьев А.С. История применения газового топлива в транспортных машинах // *Транспорт на альтернативном топливе*, 2011, no. 5 (23), с. 74-77.
11. Кондратенко С.Е. Перспективы применения сжиженного природного газа в качестве моторного топлива в России // *Газовая промышленность*, 2017, no. 4 (751), с. 77-81.
12. Логвинова Р.М. Анализ состояния автомобильного транспорта регионов Центрально-Черноземного района и предложения по его развитию // *Вестник сельского развития и социальной политики*, 2016, no. 2 (10), с. 19-27.
13. Ненахов В.М., Полеванов В.П., Жабин А.В., Бондаренко С.В., Золотарева Г.С. Перспективы Воронежской антеклизы на обнаружение природного водорода // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*, 2022, no. 2, с. 4-18.
14. Новак А.В. Максимальная газификация регионов России – приоритет энергетической политики страны // *Энергетическая политика*, 2023, no. 9 (188), с. 8-13.
15. Пирогова Л.В. Анализ неравномерности инновационного развития регионов России // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2023, no. 5 (161), с. 16-30.
16. Попова А.Г. Мировой опыт развития рынка компримированного природного газа в качестве газомоторного топлива // *Сборник трудов VI Всероссийской молодежной научной конференции*, Москва, 2023, с. 327-330.
17. Русецкий А.Е., Шестибратов Д.В., Сергеев С.Р. Сравнительный анализ экономической эффективности применения водорода и природного газа в качестве моторного топлива // *Академическая публицистика*, 2023, no. 7-2, с. 161-167.
18. Саати Т.Л. Принятие решений с помощью метода анализа иерархий // *Методы менеджмента качества*, 2022, no. 7, с. 54-60.
19. Самарина В.П., Ильичева Е.В. Экологическая политика в стратегиях социально-экономического развития регионов Центрального Черноземья // *Вестник Евразийской науки*, 2021, no. 4. Доступно: <https://esj.today/PDF/15ECVN421.pdf> (доступ свободный).
20. Тавдидишвили А.Е. Основные инструменты формирования промышленной политики России в части реализации программ по развитию использования газомоторного топлива на транспорте // *Московский экономический журнал*, 2021, no. 4, с. 199-209.
21. Хатьков В.Ю. Состояние рынка производства и использования газомоторного топлива // *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и*

права, 2022, no. 3 (94), с. 182-194.

22. Ясинский Д.Ю. Оценка качества персонала методом анализа иерархий (методом Саати) // *Экономика и менеджмент систем управления*, 2019, no. 1 (31), с. 91-99.

23. Hongxia Wang, Hong Fang, Xueying Yu, Ke Wang. Development of natural gas vehicles in China: An assessment of enabling factors and barriers // *Energy Policy*, 2015, pp. 80-93.

24. Ohilebo Ogunlowo, Abigail L. Bristow,

Mu Sohail. Developing compressed natural gas as an automotive fuel in Nigeria: Lessons from international markets // *Energy Policy*, 2015, pp. 7-17.

25. Pedro Muñoz, Esteban A. Franceschini, David Levitan, C. Ramiro Rodriguez, Teresita Humana, Gabriel Correa Perelmuter. Comparative analysis of cost, emissions and fuel consumption of diesel, natural gas, electric and hydrogen urban buses // *Energy Conversion and Management*, 2022, no. 257 (10): 115412.

COMPRESSED NATURAL GAS FEATURES OF MARKET DEVELOPMENT AS A MOTOR FUEL (CENTRAL CHERNOZEM ECONOMIC REGION, RUSSIA)

Popova Anna Genarievna, ved. specialist

Gazprom Gas Engine Fuel LLC, Petrogradskaya embankment, 20, letter A, St. Petersburg, Russia; e-mail: popova_anna97@mail.ru

Importance: Modern guidelines for decarbonization of all energy-intensive areas of production activity require the diversification of natural gas to provide motor fuel for road transport. In this connection the research subject of this article is the main factors in the introduction of compressed natural gas as a gas motor fuel in the energy supply of vehicles in the Central Black Earth region of Russia. *Purpose:* analysis of the state and justification of prospects for increasing the gas fuel market in the Central Black Earth Economic Region of Russia to optimize the spatial location and forecast the development of the CNG filling station network in the Voronezh, Lipetsk, Belgorod, Tambov and Kursk regions. *Research design:* the results were obtained using methods of historical, bibliometric, and statistical types of analysis. In addition, rating assessments of the success of the development of the compressed natural gas market were established using the hierarchy analysis method. The data was obtained from open sources of PJSC Gazprom, the Federal State Statistics Service, and the official database of the Russian State Traffic Safety Inspectorate. *Result:* scientifically based recommendations for the development of the compressed gas market as a fuel for vehicles in the Central Black Earth economic region, a forecast for the development of the compressed natural gas market differentiated for the all regions. The results obtained indicate that the Belgorod and Voronezh regions are the undoubted leaders in converting transport to methane. Considering the proximity of the economic structure, the immediate opportunity to exchange experience in management and engineering solutions, as well as the integrity of the system of federal roads and main pipelines, the practice of the Belgorod region can serve as a guide for the development of the compressed natural gas market in the Voronezh, Kursk, Lipetsk and Tambov regions.

Keywords: gas engine fuel, compressed natural gas, methane, ecology, automobile gas filling compressor station, gas equipment.

References

1. Alekseev K.I., Novoselov Je.A., Zakarchevskij O.V., Zaharchenko E.N. sel'hozmashin na gazomotornoe toplivo kak odnogo iz napravlenij povyshenija Gosudarstvennaja podderzhka perehoda jenergeticheskoj jeffektivnosti v processah

- производства агропродовольственной продукции. *Жекономика, труд, управление в сельском хозяйстве*, 2019, no. 4 (49), pp. 91-99. (In Russ.)
2. Barinova E.V., Petrykina I.N. Napravlenija aktualizacii strategii prostranstvennogo razvitija Rossijskoj Federacii. *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija*, 2023, no. 5 (161), pp. 8-15. (In Russ.)
3. Boris A.Ju., Grabil'nikov E.A., Grechishkina I.V. Snabzhenija predpriyatij municipal'nogo avtotransporta gazomotornym toplivom na osnove prirodnogo gaza. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Innovacionnoe razvitie»*, 2018, no. 6 (23), pp. 34-39. (In Russ.)
4. Gruzdeva V.V., Kljueva Ju.S., Terehov A.M. Model' diversifikacii sel'skogo hozjajstva na osnove sel'skogo turizma. *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija*, 2024, no. 2 (170), pp. 30-41. (In Russ.)
5. Gus'kov A.A., Lavrikov I.N., Gavrikov V.A. Razvitie transportno-logisticheskikh sistem na territorii Tambovskoj oblasti dlja uluchshenija jekonomicheskogo potenciala regiona. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta*, 2021, no. 4 (74), pp. 262-265. (In Russ.)
6. Denisenko V.V. Primenenie KPG na avtotransporte v Voronezhskoj oblasti. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2008, no. 6 (6), pp. 48-49. (In Russ.)
7. Elaeva E.V. Sovershenstvovanie regional'noj politiki po razvitiju transportnoj infrastruktury Belgorodskoj oblasti. *Sbornik trudov konferencii 32-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii*, 2020, pp. 113-118. (In Russ.)
8. Enjutina I.V. O rabote gruzovogo avtomobil'nogo transporta Kurskoj oblasti. *Sbornik statej po materialam Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*, Perm', 2023, pp. 241-249. (In Russ.)
9. Kalacheva L.P., Fedorova A.F. Problemy ispol'zovanija komprimirovannogo gaza na gazozapravochnyh stancijah g. Jakutska. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*, 2015, no. 6 (chast' 3), pp. 395-399. (In Russ.)
10. Klement'ev A.S. Istorija primenenija gazovogo topliva v transportnyh mashinah. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2011, no. 5 (23), pp. 74-77. (In Russ.)
11. Kondratenko S.E. Perspektivy primenenija szhizhennogo prirodnogo gaza v kachestve motornogo topliva v Rossii. *Gazovaja promyshlennost'*, 2017, no. 4 (751), pp. 77-81. (In Russ.)
12. Logvinova R.M. Analiz sostojanija avtomobil'nogo transporta regionov Central'no-Chernozemnogo rajona i predlozhenija po ego razvitiju. *Vestnik sel'skogo razvitija i social'noj politiki*, 2016, no. 2 (10), pp. 19-27. (In Russ.)
13. Nenahov V.M., Polevanov V.P., Zhabin A.V., Bondarenko S.V., Zolotareva G.S. Perspektivy Voronezhskoj anteklizy na obnaruzhenie prirodnogo vodoroda. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, serija: geologija*, 2022, no. 2, pp. 4-18. (In Russ.)
14. Novak A.V. Maksimal'naja gazifikacija regionov Rossii – prioritet jenergeticheskoi politiki strany. *Jenergeticheskaja politika*, 2023, no. 9 (188), pp. 8-13. (In Russ.)
15. Pirogova L.V. Analiz neravnomernosti innovacionnogo razvitija regionov Rossii. *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija*, 2023, no. 5 (161), pp. 16-30. (In Russ.)
16. Popova A.G. Mirovoj opyt razvitija rynka komprimirovannogo prirodnogo gaza v kachestve gazomotornogo topliva. *Sbornik trudov VI Vserossijskoj molodezhnoj nauchnoj konferencii*, Moskva, 2023, pp. 327-330. (In Russ.)
17. Ruseckij A.E., Shestibratov D.V., Sergeev S.R. Sravnitel'nyj analiz jekonomicheskoi jeffektivnosti primenenija vodoroda i prirodnogo gaza v kachestve motornogo topliva. *Akademicheskaja publicistika*, 2023, no. 7-2, pp. 161-167. (In Russ.)
18. Saati T.L. Prinjatie reshenij s pomoshh'ju metoda analiza ierarhij. *Metody menedzhmenta kachestva*, 2022, no. 7, pp. 54-60. (In Russ.)
19. Samarina V.P., Il'icheva E.V. Jekologicheskaja politika v strategijah social'no-jekonomicheskogo razvitija regionov Central'nogo Chernozem'ja. *Vestnik Evrazijskoj nauki*, 2021, no. 4. Available at: <https://esj.today/PDF/15ECVN421.pdf>. (In Russ.)

20. Tavdidishvili A.E. Osnovnye instrumenty formirovaniya promyshlennoj politiki Rossii v chasti realizacii programm po razvitiju ispol'zovanija gazomotornogo topliva na transporte. *Moskovskij jekonomiceskij zhurnal*, 2021, no. 4, pp. 199-209. (In Russ.)
21. Hat'kov V. Ju. Sostojanie rynka proizvodstva i ispol'zovanija gazomotornogo topliva. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava*, 2022, no. 3 (94), pp. 182-194. (In Russ.)
22. Jasinskij D.Ju. Ocenka kachestva personala metodom analiza ierarhij (metodom Saati). *Jekonomika i menedzhment sistem upravlenija*, 2019, no. 1 (31), pp. 91-99. (In Russ.)
23. Hongxia Wang, Hong Fang, Xueying Yu, Ke Wang. Development of natural gas vehicles in China: An assessment of enabling factors and barriers. *Energy Policy*, 2015, pp. 80-93. (In Eng.)
24. Ohilebo Ogunlowo, Abigail L. Bristow, Mu Sohail. Developing compressed natural gas as an automotive fuel in Nigeria: Lessons from international markets. *Energy Policy*, 2015, pp. 7-17. (In Eng.)
25. Pedro Muñoz, Esteban A. Franceschini, David Levitan, C. Ramiro Rodriguez, Teresita Humana, Gabriel Correa Perelmuter. Comparative analysis of cost, emissions and fuel consumption of diesel, natural gas, electric and hydrogen urban buses. *Energy Conversion and Management*, 2022, no. 257 (10): 115412. (In Eng.)