УДК 629.331

Макарова И.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Мавляутдинова Г.Р., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Габсалихова Л.М., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация: Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации предусматривает создание новой единой арктической транспортной системы и формирование региональных кластеров на основе развития транспортной инфраструктуры. Важно развивать северные территории таким образом, чтобы транспортная система была экологичной, энергоэффективной и доступной для людей. Одной из эффективных мер будет переход на технику, использующую газомоторное топливо, поскольку природный газ, является наиболее экономичным и экологичным топливом для ДВС, и, кроме того, при сжигании не выделяет черный углерод. Экономическая деятельность в Арктической зоне России связана, прежде всего, с поисками месторождений полезных ископаемых и дальнейшей их эксплуатацией. В статье рассмотрена возможность снижения негативной нагрузки на окружающую среду на примере горнопромышленного комплекса Мурманской области, входящей в Арктическую зону России. Предложен перевод карьерных самосвалов, а также вахтовых автобусов на газомоторное топливо.

Ключевые слова: экологическая безопасность, Арктика, карьерный самосвал, вахтовый метод.

Введение

Одной из стратегических целей России, является развитие Арктической зоны, представляющей значительный потенциал как в области освоения природных ресурсов, так и при решении задач обеспечения связности территорий. По оценкам специалистов, в недрах Арктики сосредоточены около трети всех мировых запасов природного газа и до 13% нефти, более 30% мировых запасов пресной воды, огромные запасы угля, золота, редких металлов, а также водных биологических ресурсов. Большая часть полезных ископаемых России сосредоточена именно там.

В Российской Арктике создаётся 12% ВВП России и обеспечивается около четверти ее экспорта.

Развитие территорий связано с рядом проблем, вызванных их урбанизацией, нарушением экосистем, что в особенности негативно скажется на Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). Поэтому обеспечение устойчивости территориального развития является приоритетным направлением.

Особенностью северных территорий России является низкая плотность населения (рис. 1) и, в связи с этим, как правило, слабо развитая транспортная инфраструктура.

Рис. 1. Численность населения в некоторых регионах Арктической зоны

Вышесказанное даёт основание выделить следующие проблемы развития Арктических городов России:

1. Слабая внутренняя и внешняя логистическая связанность Арктики с остальными регионами страны.

2. Малый объем внутреннего рынка ввиду высоких темпов оттока людей (и, как следствие, низкая плотность населения) и бизнеса.

3. Нехватка или полное отсутствие квалифицированных кадров.

4. Особенности природно-климатических условий [1], вследствие чего любая хозяйственная деятельность в Арктике требует уникальных технологий.

5. Объективная зависимость от поставок множества жизненно-необходимых товаров.

Для решения стратегических задач развития Арктических территорий необходимо решить указанные выше проблемы, в частности, путем внедрения новых направлений экономического развития, преодоления одноотраслевого характера региона, а также создания современной инфраструктуры, обеспечивающей необходимый качественный уровень жизни. [2]

Это можно сделать, только используя потенциал Севера, включая транспортную инфраструктуру, систему населенных пунктов, действующих промышленных предприятий, а также модернизации и развития территорий с учетом специфики Крайнего Севера и Арктики. [3]

Возможные пути развития АЗРФ

Учитывая важность северных территорий для развития страны, основные задачи по развития Крайнего Севера были сформулированы правительством в Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации, в которой подчёркивается, что для развития территории необходимо преодолеть одноотраслевой характер экономики, в том числе за счет дополнения ее новыми функциями. Создание новой единой арктической транспортной системы становится стратегическим вектором развития [4].

Для реализации стратегии развития Арктики создан ряд так называемых опорных зон, отличающихся как по потенциалу, так и по природно-климатическим условиям, в связи с чем, п разработке стратегических проектов по развитию АЗРФ, необходимо учитывать ряд ее особенностей:

1. Неравномерность развития транспортной инфраструктуры в опорных зонах.

2. Недостаточная связность отдельных территорий и экономических центров между собой, даже внутри одного региона.

3. Значительная удаленность территорий АЗРФ от других, более развитых, регионов страны (логистических центров, центров производства продукции, сырья и материалов).

4. Неблагоприятные и опасные как для жизни, так и для трудовой деятельности, природно-климатические условия.

5. Особо чувствительные экосистемы.

6. Многонациональное население.

Поскольку основная особенность АЗРФ наличие значительных залежей полезных ископаемых, то способствовать устойчивому развитию территорий при развитии горнодобывающей промышленности могут инновационные технологии и принципы циркулярной экономики, реализующие концепцию ресурсосбережения.

Существуют противоположные мнения по вопросу развития территорий для добычи и переработки минерально-сырьевых ресурсов: строить постоянные города, заселять их людьми или ограничится такой альтернативой как вахтовое поселение. При освоении новых территорий в АЗРФ неизбежно возникновение моногородов на начальном этапе хозяйственной деятельности, поэтому необходимо предусматривать варианты комплексных планов развития территорий, которые позволили бы снизить негативные последствия таких решений, обеспечив комплексное развитие на последующих этапах. Транспортная инфраструктура АЗРФ в настоящий момент не обеспечивает в должной степени возможность всесезонной доставки грузов, т.к. отсутствует полноценная связь между существующими транспортными коммуникациями. Единственно возможные для некоторых территорий АЗРФ воздушные и речные перевозки являются дорогостоящими, и, кроме того, воздушный транспорт не обеспечивает доставку крупногабаритных грузов, что вызывает необходимость первоочередной реализации инфраструктурных проектов для обеспечения транспортной доступности развивающихся опорных зон АЗРФ.

Пути повышения транспортной доступности

Важным фактором, который позволит максимально повысить транспортную доступность населенных пунктов Крайнего Севера и реализовать транзитный потенциал АЗРФ, является развитие транспортно-логистической инфраструктуры. С учетом суровости климата АЗРФ, удаленности трудовых

ресурсов от мест работы, а также неразвитости территорий, наиболее эффективным способом развития предприятий нефтегазовой отрасли и горнопромышленного комплекса на начальном этапе освоения АЗРФ является вахтовый метод доставки персонала. Специфика вахтового метода предусматривает особый режим труда и отдыха для работников, занятых в сферах нефтегазодобычи и горнопромышленном комплексе. Существуют внутрирегиональный и вахтово-экспедиционный (межрегиональный) разновидности вахтового метода. При вахтово-экспедиционном методе работники по пути от места постоянного жительства к вахтовым поселкам преодолевают значительные расстояния, пересекая при этом различные климатические зоны и часовые пояса. Продолжительность вахт может составлять от двух недель до двух месяцев. Для внутрирегионального вахтового метода характерны короткие, чаще всего внутри одного района, перемещения персонала и небольшая продолжительность вахт. Дальний Север – территория сложная для постоянной жизни, и лучше ее осваивать вахтовым методом.

Основные преимущества внутрирегионального вахтового метода заключаются в следующем: снижение транспортных затрат за счет экономии средств и времени доставки работников; привлечение работников, непосредственно проживающих в Арктических городах, т.к. они более приспособлены к суровым природно-климатическим условиям Крайнего Севера; реализация региональных и территориальных бюджетов в части строительства объектов инженерной инфраструктуры (дорог, линий связи и т.д.). Развитие транспортной инфраструктуры может решить проблемы транспортировки работников, доставки строительных материалов, тем самым обеспечив успешность реализации стратегических проектов и развития территорий.

Каждый вид транспорта имеет специфические особенности и характеристики, определяющие возможности его использования для вахтовых перевозок (рис. 2).

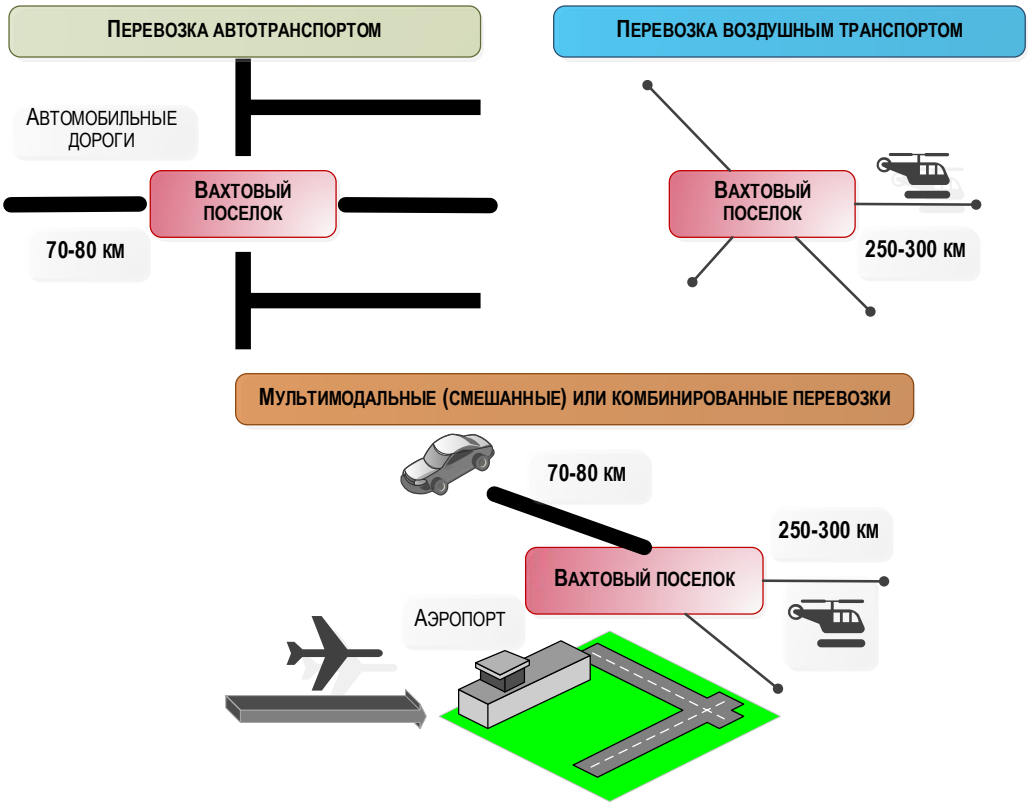

Рис. 2 Особенности использования транспорта для перевозки вахтовых работников [4]

Авторы статьи [4] считают самым надёжным видом транспорта железнодорожный, поскольку он обеспечивает регулярные и бесперебойные перевозки и характеризуется высокими скоростями и большой пропускной способностью. Однако нужно учитывать, что железнодорожный транспорт можно использовать только в том случае, если рядом с предприятием и вахтовым поселком проходит железнодорожная ветка.

Водный транспорт является самым дешевым, и это его главное преимущество. Кроме того, для организации его работы (особенно, если учитывать создание инфраструктуры, например, строительство железных дорог) требуется относительно малое время. Однако использование водного транспорта ограничено, во-первых, наличием акватории, а во-вторых, сезонностью использования этого вида транспорта (летний период навигации).

Автомобильный транспорт может обслуживать города круглый год, как при развитой инфраструктуре, так и в условиях бездорожья, хотя основные проблемы

при организации автотранспортных услуг в АЗРФ, по мнению авторов работы [5], это неразвитая дорожная сеть на огромной территории, а также низкая плотность населения.

Одним из наиболее рациональных видов транспорта для связи с базовыми городами Арктики является воздушный транспорт. При его использовании для перевозки пассажиров резко увеличивается радиус потенциального обслуживания, а время, затрачиваемое на доставку на работу, значительно сокращается. Однако его использование зависит от погодных условий, что является серьезным препятствием для пассажирских перевозок воздушным транспортом [6].

Осваиваемые территории в большинстве случаев характеризуются неблагоприятными инженерно-строительными условиями (болота, вечная мерзлота, наводнения и т.д.), которые значительно усложняют строительство наземных коммуникаций и увеличивают его стоимость [7].

Для обеспечения бесперебойной связи в системе вахтового метода доставки работников можно использовать дублирующие транспортные линии, которые значительно повышают надежность связи между вахтовыми поселками и базовыми городами [8]. В противном случае график вахты может быть нарушен из-за погодных и других условий.

С добычей полезных ископаемых в карьерах АЗРФ тесно связано и решение проблем их транспортировки от мест добычи до мест переработки. Это расширение сети автомобильных и железных дорог, строительство и реконструкция морских портов, что негативно сказывается на экологическом состоянии региона. Доставка руды и минерального сырья от карьеров до мест складирования и переработки осуществляется автотранспортом, который, согласно статистическим данным, вносит самый существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Для того, чтобы снизить это воздействие, можно либо повысить экоэффективность самих автотранспортных средств, либо оптимизировать маршруты и сократить их суммарную протяженность.

Еще одной проблемой при организации работы в карьерах является доставка работников до рабочих мест. Так, например, в Мурманской области проблема

решается путем организации вахтовых перевозок. Такое решение эффективно с экологической точки зрения. Поскольку карьеры находятся в удалении от мест постоянного проживания работников, то наиболее эффективным способом является организация поселков вахтовиков, где работники могут отдыхать между сменами. При таком способе организации работы сокращается число рейсов автотранспорта, что положительно влияет на состояние окружающей среды. Кроме того, перевод автотранспорта, осуществляющего вахтовые перевозки на газомоторное топливо, снизит объемы выбросов в окружающую среду.

Горнорудная промышленность Мурманской области

Мурманская область – один из наиболее развитых регионов АЗРФ. Это обусловлено как наиболее мягким, по сравнению с другими опорными зонами, климатом (незамерзающим Баренцевым морем за счет теплого течения Гольфстрим), так и большим количеством месторождений полезных ископаемых, которые разрабатываются уже в течение десятилетий.

Среди отраслей промышленности Мурманской области, Северо-Востока России и прилегающих районов преобладает горнодобывающая, включая добычу руды, переработку полезных ископаемых и технологическую металлургию. Предприятия отраслей расположены вблизи от месторождений полезных ископаемых и населённых пунктов, где живут работники отрасли [9].

В Мурманской области действуют 4 крупных горнодобывающих предприятия, на которых работает порядка 200 карьерных самосвалов, потребляющих до 85% дизельного топлива отрасли.

Добыча рудных полезных ископаемых ведется открытым (карьерным) способом, ввиду чего возникает целый ряд экологических проблем, которые, в совокупности с природно-климатическими особенностями региона, негативно отражаются на экологии и здоровье работников. Добыча горной породы и минеральных ресурсов сопровождается выбросами углекислого газа, пыли, углеводородов за счет использования взрывчатых веществ на месторождениях. Избыточное количество пыли мешает работе операторов и плохо сказывается на здоровье работников. Улучшает условия работы очистка воздуха от пыли в области

карьера, кроме того, это положительно влияет на долговечности двигателей самосвалов.

Источниками вредных выбросов, в том числе черного углерода, который в значительной мере влияет на таяние арктического льда, являются и сами карьерные самосвалы. Работы в карьерах ведутся круглосуточно и в среднем карьерный самосвал работает более 6300 часов в год, при этом общие годовые выбросы черного углерода карьерной техникой составляют порядка 280 тонн, то есть примерно 70% общего объема выбросов черного углерода в Мурманской области.

Улучшение экологических характеристик карьерных самосвалов

В карьерах Мурманской области доминирует техника двух компаний: БЕЛАЗ и Caterpillar. В 2019 г. большую долю рынка составляли карьерные самосвалы грузоподъемностью до 60 тонн – 66,5% от всего объема рынка в натуральном выражении.

Если рассматривать рынок карьерных самосвалов в разрезе брендов, то важно отметить, что в 2019 г. Как в натуральном, так и в стоимостном выражении лидером на рынке стал БЕЛАЗ, составивший соответственно 46,4% и 59,4% объёма рынка.

Как видно из табл. 1 только 4 мировые фирмы - БЕЛАЗ, Komatsu, Caterpillar, Euclid-Hitachi - производят полный ряд карьерных автосамосвалов, охватывающий диапазон грузоподъемности от 30 до 320 т.

Учитывая сложную экологическую ситуацию, необходимо в рамках обновления парка рассматривать возможность перевода карьерных самосвалов на газомоторное топливо. Возможны два варианта – использование газотурбинного двигателя для карьерного самосвала БЕЛАЗ грузоподъемностью 120... 130 тонн. Другой вариант – карьерный самосвал БЕЛАЗ на газодизельном топливе, сжигающий сжиженный природный газ, что снижает не только экологическую нагрузку на окружающую среду, но и затраты на топливо. Кроме того, ведутся разработки дистанционно-управляемых автомобилей. Дистанционно управляемый карьерный самосвал позволяет повысить производительность труда, повысить безопасность технологического процесса, снизить влияние человеческого фактора:

искусственный интеллект поможет выполнять тяжёлые и опасные работы в карьере, применяя полностью безлюдные технологии.

Таблица 1.

Парк карьерных самосвалов

Фирма производитель	**Грузоподъемность, т**								
	30-50	**51-70**	**75-113**	**120-136**	**140-170**	**170-197**	**200-238**	**270-290**	**300 и более**
БЕЛАЗ	7528 7540 7548 75473	7555А	7549	7512 7514 75131		75215	75303	75501 75600	75600
Komatsu	HD325-6 HD405-6	210M HD465-5HD605-5	330M HD785-5 HD985-5	HD1200-1 HD1200-ID HD1200M	510E 530M HD1600M	63 0E 685E 730E	830E 930E	930E	
Caterpillar	769D 771D	773D 775D	777D	785B		789B	793C		797
Euclid-Hitachi	R32, R36 R40 R50	R65	R85	R130	R150	R170, R190, R220	R260		
Unit Rig			MT 3000	MT 3300	MT 3600B	MT 3700B	MT 4400	MT 4800	MT 5500
Liebherr						T252	T262	T272	T262

При таком переходе, и поскольку эффективность горнодобывающего предприятия зависит от надёжности применяемой техники, важно решать вопросы эксплуатационной надежности карьерных самосвалов, которая пока недостаточно изучена, особенно в арктической зоне. Эксплуатация АТС в суровых арктических условиях сопряжена со значительными трудностями, связанными с низкими температурами воздуха. Подвижные пары сопряженных деталей механизмов подвергаются повышенному трению, общий КПД падает, что приводит к увеличению расхода топлива.

Выводы

Проведенные исследования показали, что для снижения негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду необходимо совершенствовать управление во всех подсистемах транспортной системы. Одним из таких направлений является использование энергоэффективных транспортных средств. Показано, что при развитии горнопромышленного комплекса, которое является частью стратегических проектов развития АЗРФ, основным источником

загрязнения воздуха и выбросов черного углерода являются карьерные самосвалы, в силу чего, одним из возможных вариантов решения проблемы, является переход на сжиженный природный газ. Снизить негативную нагрузку на окружающую среду АЗРФ можно также путём использования автобусов, работающих на газомоторном топливе для доставки персонала в вахтовые поселки или до места работы в карьеры. При этом важной задачей является организация сопутствующей инфраструктуры (заправочной и сервисной) с учетом стратегии развития региона.

Список использованных источников

1. Barjouei A. Road transportation challenges in the Arctic / A. Barjouei, O. Gudmestad, J. Barabady // WIT Transactions on Engineering Sciences. – 2020. – Vol. 129. – P. 229-240. DOI: 10.2495/RISK200201.

2. Sinenko P.V. Features of the socio-economic development of the Far North and the Arctic zone of the Russian Federation // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. – 2016. - № 6 (12A). - P. 18-25

3. Vershinin I.S. Socio-economic factors in the development of the Arctic region // Bulletin of the Institute of World Civilizations. – 2020. - № 11 (1 (26). - P. 55-59

4. Perov F. Requirements for transport accessibility during service organization in the settlement system in the north of Tyumen Region // Transportation Research Procedia. – 2021. – Vol. 57. – P. 392-397. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.066

5. Baskov V. Mechanism for assessing the adaptation of motor vehicles to operation in the Arctic zone of the Russian Federation / V. Baskov, A. Denisov, A. Ignatov, E. Isaeva // Transportation Research Procedia. – 2021. – Vol. 57. – P. 56-62. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.025

6. Malygin I. Decision support systems for ensuring safety of overland traffic at major airports / I. Malygin, O. Borodina, V. Komashinsky // Transportation Research Procedia. – 2020. – Vol. 50. P. 422–429. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.050.

7. Petrov A. Analysis of possibilities for achieving targets of Russian Road Safety Strategy / A. Petrov, S. Evtyukov // Transportation Research Procedia. – 2020. – Vol. 50. – P. 518–527. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.061.

8. Perov F.V. Transport hubs as drivers of urban areas. In: Current Problems of architecture / F.V. Perov, L.A. Gorobets // Proceedings of the 70th All Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists, Part 1. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg/ - 2017/ - P. 296–301.

9. Keikkala G. Estimation of the potential for reduced greenhouse gas emission in North-East Russia: A comparison of energy use in mining, mineral processing and residential heating in Kiruna and Kirovsk-Apatity / G. Keikkala, A. Kask, J. Dahl, V. Malyshev, V. Kotomkin // Energy Policy. – 2007. – Vol. 35. - Issue 3. P. 1452-1463. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.01.023

Makarova I.V., Doctor of Sciences (Tech.), professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Mavlyautdinova G.R., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Gabsalikhova L.M., PhD in Engineering sciences, associate professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

IMPROVEMENT OF ROAD TRANSPORT PLANNING IN THE FAR NORTH

Abstract: The Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation provides for the creation of a new unified Arctic transport system and the formation of regional clusters based on the development of transport infrastructure. It is important to develop the northern territories in such a way that the transport system is environmentally friendly, energy-efficient and accessible to people, so one of the effective measures will be the transition to vehicles that use natural gas for vehicles, because natural gas does not emit black carbon when burned. Economic and research activities in the Arctic Zone of the Russian Federation are associated primarily with the search for mineral deposits and their further exploitation. We consider the possibility of reducing the negative impact on the environment on the example of the mining complex of the Murmansk region, which is the part of the Arctic Zone of the Russian Federation. We propose to convert mine dump trucks, as well as shift buses to natural gas for vehicles.

Keywords — environmental safety, Arctic, mine dump truck, fly-in fly-out job.